

**4.1 Art und Ausmaß aller luftverunreinigenden Emissionen einschließlich Gerüchen, die voraussichtlich von der Anlage ausgehen werden**

## 4.2 Betriebszustand und Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

BE-Nr.	BE-Bezeichnung	Quelle Nummer lt. Fließbild	Betriebszustand (z.B. Anfahrbetrieb, Abfahrbetrieb, Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen) und emissionsverursachender Vorgang	Häufigkeit des emissionsverursachenden Vorganges	Zeitdauer des emissionsverursachenden Vorganges	Abgas-		Emittierter Stoff im Reingas (getrennt nach einzelnen Komponenten)						Ermittlungsart der Emissionen
						Strom [Nm <sup>3</sup> /h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregatzustand	Konzentration [mg/m <sup>3</sup> ] bzw. [GE/m <sup>3</sup> ]		Massenstrom [kg/h] bzw. [GE/h]		
										Min.	Max.	Min.	Max.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

### 4.3 Quellenverzeichnis Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

Quelle Nummer lt. Fließbild	Art der Quelle	Bauausführ ung der Quelle	Geographische Lage		Höhen [m]				Austrittsfläche [m <sup>2</sup> ]	Bei Linien- und Flächenquellen		
			Rechts(Ost) wert	Hoch(Nord) wert	über Erdboden	E-Quelle über Gebäude	Gebäudeoberk ante	max. Bebauung im 50m Umkreis		Länge [m]	Breite [m]	Winkel zu Nord
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

**4.4 Quellenplan Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen  
sowie Gerüchen**

### 4.5 Betriebszustand und Schallemissionen

In der folgenden Tabelle sind unter der Berücksichtigung des Betriebsablaufs alle relevanten Schallemissionen verursachenden Vorgänge aufgeführt:

BE	Betriebszustand (z.B. Normalbetrieb, Teillast, Volllast) und emissions- verursachender Vorgang	Einsatzzeit			Schallquelle Nummer lt. Fließbild	Schalleistungs- pegel [dB(A)]	Messverfahren oder Literaturhinweis	Schallschutz- maßnahmen
		Tage/Woche Tage/Monat Tage/Jahr	Std./Tag	Uhrzeit				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

## 4.6 Quellenplan Schallemissionen / Erschütterungen

Im Kapitel 4.8. sind die gutachterlichen Berichte der Firma Kuntzsch eingefügt, welche den zulässigen Betrieb der 5 Windenergieanlagen unter Berücksichtigung, der durch den Schall hervorgerufenen Immissionen nachweist.

Bei der Erstellung des Gutachtens wurde die Option STE (Serrated Trailing Edge) unterstellt. Dies wurde vom Auftraggeber so gefordert, da die 5 geplanten Windenergieanlagen mit der Option STE versehen werden.

Zur Gewährleistung der Einhaltung der Schallemissionen werden die erforderlichen Leistungsmodi im Bordcomputer der jeweiligen WEA, soweit erforderlich, programmiert.

Anhänge:

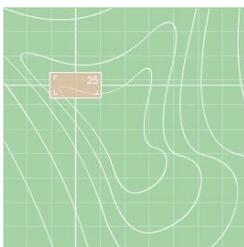
4.6 Schallimmissionsgutachten Firma Kuntzsch

4.6.1. Option Serrations an NORDEX-Blättern

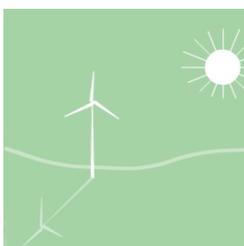
Anlagen:

- 4.6 Schallimmissionsgutachten.pdf
- 4.6.1. Option Serrations.pdf

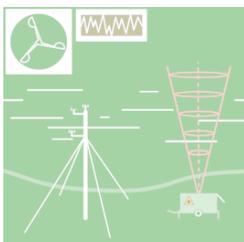
Windpotenzialstudie



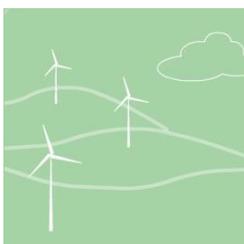
Schattenwurfprognose



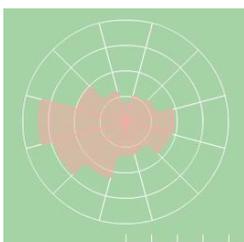
Windmessung



Visualisierung



Windgutachten



# Schallimmissionsprognose

**Standort:** Kleinhartmannsdorf – WEA 01...05

**Bundesland:** Sachsen

**Auftraggeber:** 3Energy Projekt GmbH & Co. KG  
Am Steinberg 7  
09603 Großschirma  
Tel.: 037328 / 898142

**Berichtsnummer:** N-IBK-5730424

**Datum:** 24.04.2024

**Auftragnehmer:** Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH  
Moritzburger Weg 67  
01109 Dresden  
Tel.: 0351/88507-1

E-Mail: [gutachten@ib-kuntzsch.de](mailto:gutachten@ib-kuntzsch.de)

Web: [www.windgutachten.de](http://www.windgutachten.de)



Durch die DAkks Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Dieser Bericht besteht einschließlich des Deckblatts aus 26 Seiten. Der Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigung und Weitergabe - auch auszugsweise - sind nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen</b> .....	<b>8</b>
5.1	Lage und Beschreibung des Standorts.....	8
5.2	Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien.....	9
5.3	Unsicherheitsbetrachtung.....	9
5.3.1	Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen.....	9
5.3.2	Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung.....	11
5.3.3	Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels.....	11
<b>6</b>	<b>Berechnungsergebnisse</b> .....	<b>13</b>
6.1	Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten.....	13
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	Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien.....	16
8.2	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	17
8.3	Detaillierte Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	19
8.4	Berechnung des mittleren Schalleistungspegels und der Standardabweichung.....	21
8.5	Begriffsdefinitionen.....	22
8.6	Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln.....	24
8.7	Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln.....	25

# 1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird die Errichtung von fünf Windenergieanlagen am Standort Kleinhartmannsdorf bezüglich der Schallimmissionen betrachtet. Hierzu wurden an einem Gebäude im Außenbereich sowie in den Ortschaften Kleinhartmannsdorf und Eppendorf, die sich im möglichen akustischen Einwirkungsbereich dieser Windenergieanlagen befinden, maßgebliche Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurden unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften im Bundesland Sachsen die zu erwartenden Schallimmissionspegel berechnet.

In der vorliegenden Prognose werden zwei Berechnungsvarianten betrachtet – die Berechnungsvariante BV1 beinhaltet den für den Tagbetrieb nach TA Lärm geeigneten leistungsoptimierten Betrieb der geplanten WEA. In der Berechnungsvariante BV2 wird der schallreduzierte Betrieb der WEA dargestellt, mit dem ein Betrieb der geplanten WEA im Nachtzeitraum nach TA Lärm möglich ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es bei einem leistungsoptimierten Betrieb der geplanten Anlagen an zwei Immissionsorten zur Überschreitung des Immissionsrichtwerts für den Nachtzeitraum nach TA Lärm kommt. Bei einem nächtlichen schallreduzierten Betrieb der geplanten Anlagen entsprechend Tabelle 1 ist jedoch davon auszugehen, dass die anzuwendenden Immissionsrichtwerte durch die Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an allen betrachteten Immissionsorten eingehalten werden. Einer Genehmigung des Vorhabens entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 steht daher nichts entgegen.

geplante Windenergieanlage	WEA-Typ	Tagbetrieb		Nachtbetrieb	
		Betriebsmodus	L <sub>WA,90</sub> [dB(A)]	Betriebsmodus	L <sub>WA,90</sub> [dB(A)]
WEA 01	NORDEX N163/6.X	STE Mode 0	109,5	STE Mode 4	107,9
WEA 02, WEA 03		STE Mode 0	109,5	STE Mode 6	106,9
WEA 04, WEA 05		STE Mode 0	109,5	STE Mode 5	107,4

Tabelle 1: Betriebsmodi und Schalleistungspegel der geplanten Anlagen

Die in der Prognose betrachteten Betriebsmodi, die angewendeten Unsicherheiten ( $\sigma_R$  und  $\sigma_P$ ) und die daraus resultierenden maximal zulässigen Schalleistungspegel ( $L_{e,max}$ ) der geplanten Anlagen sowie jeweils das entsprechend angepasste Oktavspektrum sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

geplanter WEA-Typ	Betriebsmodus	L <sub>e,max</sub> [dB(A)]	$\sigma_R$	$\sigma_P$	Oktavspektrum L <sub>e,max</sub> Okt.								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
NORDEX N163/6.X	STE Mode 0	109,1	0,5	1,2	90,3	97,9	100,0	101,2	103,0	103,7	98,1	83,7	dB(A)
	STE Mode 4	107,5	0,5	1,2	88,7	96,3	98,4	99,6	101,4	102,1	96,5	82,1	
	STE Mode 5	107,0	0,5	1,2	88,2	95,8	97,9	99,1	100,9	101,6	96,0	81,6	
	STE Mode 6	106,5	0,5	1,2	87,7	95,3	97,4	98,6	100,4	101,1	95,5	81,1	

Tabelle 2: Angaben zu Schalleistungspegeln, Unsicherheiten und Oktavspektren des geplanten WEA-Typs

Da für die Berechnungen lediglich Herstellerangaben zu den Schallemissionspegeln des geplanten WEA-Typs vorlagen, wird in Anlehnung an [2] empfohlen, zukünftig veröffentlichte Ergebnisse von Schallvermessungen in die Beurteilung der Immissionsituation einzubeziehen bzw. eine Abnahmemessung nach Errichtung der Anlagen durchzuführen.

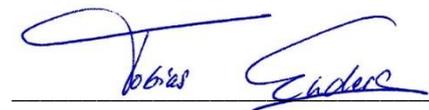
Der vorliegende Bericht entspricht der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm [1] gemäß dem Berechnungsverfahren der DIN ISO 9613-2 [3] unter Berücksichtigung der aktuellen LAI-Hinweise [2]. Der Bericht wurde vom Auftragnehmer unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

In der hier praktizierten Anwendung der DIN ISO 9613-2 gelten Mitwindausbreitungsbedingungen nach DIN ISO 1996-2, wie sie üblicherweise nachts auftreten. Inversionsbedingungen über Wasserflächen sind hier nicht berücksichtigt. Sie können im Einzelfall zu höheren Schalldruckpegeln führen, als die hier berechneten Werte zeigen.

Die Beurteilungspegel lt. [1] beziehen sich auf den über lange Zeiträume auftretenden Dauerschall, der in der vorliegenden Immissionsprognose betrachtet wird. Für selten auftretende Einzelereignisse des o.g. Charakters sind dagegen deutlich höhere Pegelwerte zulässig.



Bearbeiter: Dipl.-Ing. Barbara Schmidt  
Projektingenieurin



überprüft M. Eng. Tobias Enders  
Projektingenieur

## 2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt am Standort Heinersdorf die Errichtung von fünf Windenergieanlagen des Typs NORDEX N163/6.X.

Mit Schreiben vom 08.02.2024 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, die vorliegende Schallimmissionsprognose zu erstellen. Sie dient der Ermittlung von Daten zur Schallimmissions-situation an den umliegenden Gebäuden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber.

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bestehen keine personellen, kapitalmäßigen oder verwandtschaftlichen Verflechtungen.

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

- Topografische Karten des Landesamts für Geobasisinformation Sachsen im Maßstab 1:25.000,
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der geplanten Windenergieanlagen (Quelle: E-Mails des Auftraggebers vom 08.01. und 08.02.2024),
- Lageplan 1 : 8.000 mit Markierung der Anlagenstandorte (Stand: 05.02.2024; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 08.02.2024),
- Flächennutzungsplan der Gemeinde Eppendorf (genehmigt am 06.05.2002; Quelle: [14]),
- Flächennutzungsplan der Verbandsgemeinde Oederan (genehmigt am 22.01.2002; Quelle: [14]),
- Bebauungsplan „Dorfzentrum Kleinhartmannsdorf“ der Gemeinde Eppendorf (genehmigt am 20.12.1999; Quelle: [14]),
- Bebauungsplan „Wohngebiet Oederaner Straße“ der Gemeinde Eppendorf (genehmigt am 28.01.1994; Quelle: [14]),
- Daten der Standortbesichtigung durch den Auftragnehmer am 07.03.2024 (Fotos der Immissionsorte, Feldprotokoll).

Die für die Schallberechnung notwendigen Emissionspegel der einzelnen Windenergieanlagentypen wurden Herstellerangaben. Nähere Angaben zu Quelle und Aktualität der Werte sind im Anhang unter Punkt 8.4 und 8.7 zu finden.

### 3 Vorbemerkungen

Mit modernen Windenergieanlagen wird auf umweltfreundliche Art Strom produziert. Um diese Art der Energiegewinnung auch hinsichtlich des Lärmschutzes umweltfreundlich zu gestalten, muss durch Einhaltung von Mindestabständen oder andere technische Maßnahmen sichergestellt werden, dass Nachbarn nicht erheblich benachteiligt oder belästigt werden. Je nach Nutzungsart der benachbarten Flächen werden dazu in der TA Lärm [1] bestimmte Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel vorgegeben, und zwar für

a. Industriegebiete		70 dB(A)
b. Gewerbegebiete	tags	65 dB(A)
	nachts	50 dB(A)
c. urbane Gebiete	tags	63 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
d. Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	tags	60 dB(A)
	nachts	45 dB(A)
e. allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	tags	55 dB(A)
	nachts	40 dB(A)
f. reine Wohngebiete	tags	50 dB(A)
	nachts	35 dB(A)
g. Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB(A)
	nachts	35 dB(A)

Der Tagzeitraum umfasst hierbei die Zeitspanne von 6.00 bis 22.00 Uhr, der Nachtzeitraum beginnt 22.00 Uhr und endet 6.00 Uhr. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden in der Regel die Richtwerte für den kritischeren Nachtzeitraum verwendet.

Zur Prognose der Geräuschimmission von Schallquellen auch über größere Entfernungen bietet die DIN-Richtlinie DIN ISO 9613-2 [3] ein einheitliches Rechenverfahren an. In dieser Richtlinie werden die Zusammenhänge zwischen der Schallemission und der Schallimmission im interessierenden Einwirkungsbereich dargestellt, und es wird gezeigt, wie bei vorgegebenen Ausbreitungsbedingungen die Schallimmission für bodennahe Schallquellen mit einer mittleren Höhe bis zu 30 m berechnet werden kann. Eine Anpassung des Rechenverfahrens auf hohe Schallquellen erfolgte mit dem Interimsverfahren [6] und den LAI-Hinweisen [2]. Die dem vorliegenden Bericht zugrundeliegenden Berechnungen A-bewerteter Schalldruckpegel erfolgen entsprechend der LAI-Hinweise unter Anwendung von Oktavspektren.

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit Hilfe von Unsicherheitsbetrachtungen in Anlehnung an [2] und [13].

## 4 Berechnungsgrundlagen der Schallausbreitung

Der von einer Schallquelle im Freien in ihrem Einwirkungsbereich (Umgebung) erzeugte Schalldruckpegel hängt von den Eigenschaften der Schallquelle (Schalleistung, Richtcharakteristik, Schallspektrum), der Geometrie des Schallfeldes (Lage von Aufpunkt und Schallquelle zueinander, zum Boden und zu Hindernissen im Schallfeld) sowie von den durch Topographie, Bewuchs und Bebauung bestimmten örtlichen Ausbreitungsbedingungen und von der Witterung ab.

Für die Rechnung wird in der Richtlinie DIN ISO 9613-2 von einer Wetterlage ausgegangen, die die Schallausbreitung begünstigt. Entsprechende Messwerte sind gut reproduzierbar. Zu einer solchen Wetterlage gehört insbesondere die „Mitwindwetterlage“. Erfahrungsgemäß liegt die Methode mit dem Langzeitmittlungspegel (der über längere Zeit und verschiedene Witterungsbedingungen gemittelte Schalldruckpegel) unterhalb der Rechenwerte für die Mitwindwetterlage und wird deshalb nicht angewendet. Auch eine Schallpegelminderung durch Gehölz, Hecken und lockere Bebauung über das in dieser Richtlinie angegebene Maß kann in der Regel nicht nachgewiesen werden.

Die DIN ISO 9613-2 [3] berücksichtigt bei der Berechnung der Schallausbreitung bei bodennahen Quellen die Dämpfung des Bodeneinflusses. Für Windenergieanlagen als hochliegende Schallquellen wird die Bodendämpfung entsprechend den LAI-Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen [2] nicht mehr berücksichtigt.

Der Schalldruckpegel  $L_{AT}$ , den eine einzelne Schallquelle an einem Punkt erzeugt, wird in dieser Richtlinie nach folgendem Schema berechnet:

$$L_{AT} = L_{WA} + D_C - A$$

Darin sind:

- $L_{WA}$  der Schalleistungspegel. Er ist die entscheidende kennzeichnende Größe für die Emission einer einzelnen Schallquelle.
- $D_C$  die Richtwirkungskorrektur für die Punktschallquelle unter Einbeziehung des Effekts der Schallreflexion am Boden,
- $A$  die Schalldämpfung zwischen der Schallquelle und dem Immissionsort, insbesondere durch die geometrische Ausbreitung des Schalls und die Luftabsorption.

Auf die Modellierung weiterer pegelmindernder Einflüsse wie Bodenbewuchs, Bebauung oder andere Ausbreitungshindernisse wird in der Richtlinie zwar eingegangen, in der vorliegenden Berechnung finden sie jedoch keine Berücksichtigung.

Des Weiteren wird die Möglichkeit der Pegelerhöhung am Immissionsort durch Reflexion beschrieben, die im Fall der vorliegenden Betrachtung unter bestimmten Bedingungen zu berücksichtigen ist. Das Phänomen kann bei Vorhandensein hoher, ebener und nahezu senkrechter Gebäudefronten bzw. Geländestrukturen in unmittelbarer Nähe eines Immissionsortes oder der Lage eines Immissionsortes zwischen mehreren, aufeinander zulaufenden Gebäuden für die Beurteilung der Situation relevant sein<sup>1</sup>.

Bei mehreren Schallquellen werden die Schallpegel am Immissionsort für jede Quelle getrennt ermittelt und energetisch addiert.

---

<sup>1</sup> Schallreflexion fügt der sich bereits ausbreitenden Schallenergie keine weitere Energie hinzu; die daraus resultierende Steigerung des Schallimmissionspegels kann daher nicht mehr als 3 dB(A) betragen.

## 5 Standortspezifische Berechnungsvoraussetzungen

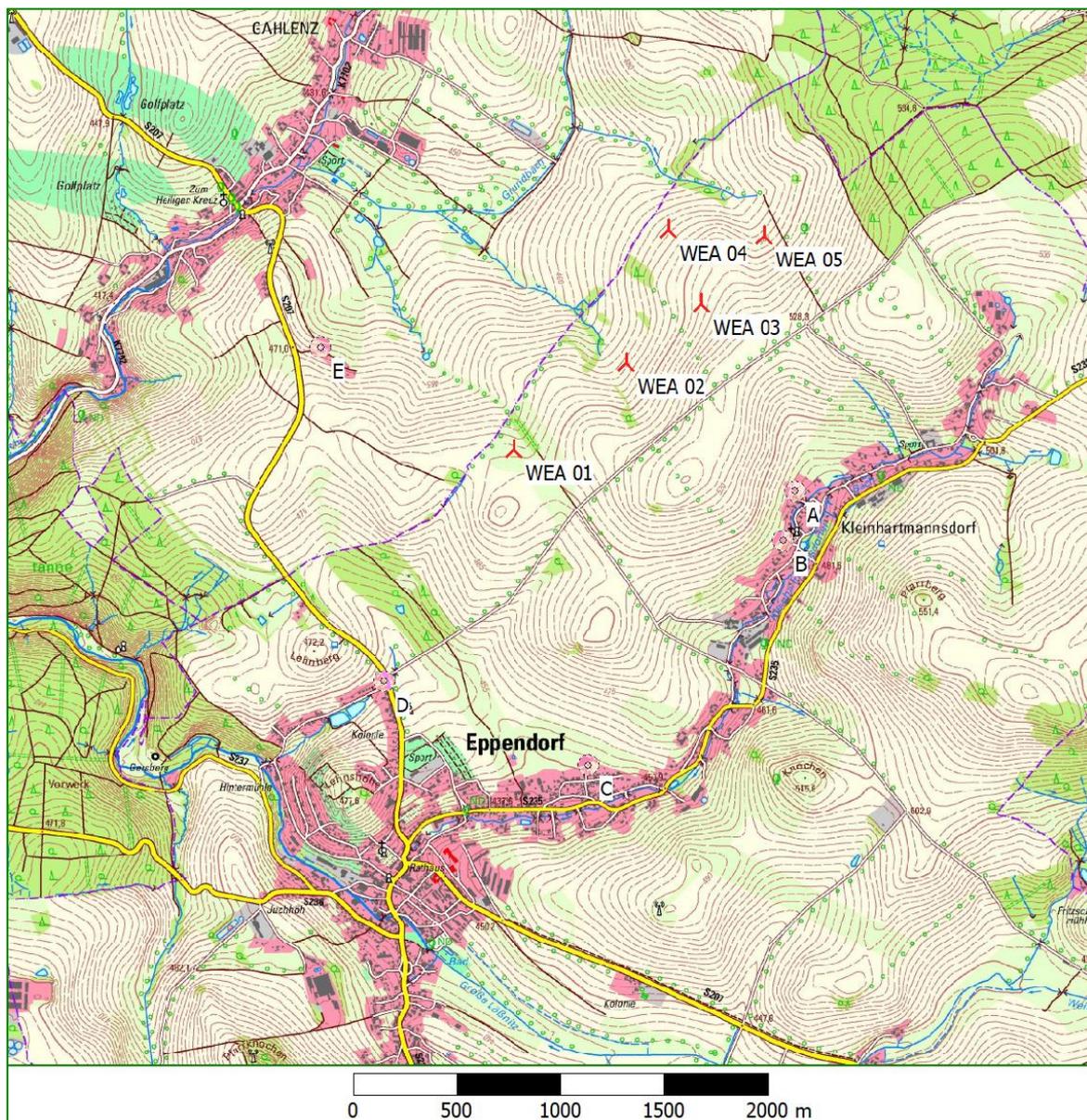
### 5.1 Lage und Beschreibung des Standorts

Die Standorte der geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einem Höhenzug zwischen den Ortschaften Kleinhartmannsdorf und Gahlenz im Landkreis Mittelsachsen.

Im möglichen akustischen Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlagen befinden sich die Ortslagen Eppendorf und Kleinhartmannsdorf sowie ein Gebäude im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 07.03.2024.

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte werden im Abschnitt 5.3 näher erläutert.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind im nachfolgenden Lageplan dargestellt. Die Datengrundlage für die Bezeichnungen und die Positionen der Windenergieanlagen ist dem Abschnitt 2 zu entnehmen.



Lageplan mit Positionen der geplanten WEA (rote Symbole) und der Immissionsorte (A...E)

## 5.2 Einschätzung der Immissionsorte nach Gebietskategorien

Das Vorhaben entspricht den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen in Bezug auf Schallimmissionen, wenn an den maßgeblichen Immissionsorten die Immissionsrichtwerte der Gebietskategorien eingehalten werden.

Die konkrete Zuordnung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte der unterschiedlichen Gebietskategorien erfolgte nach Nr. 6.6 der TA Lärm und ergibt sich aus der bestehenden Bauleitplanung und aus der tatsächlichen Nutzung der Immissionsorte und ihrer Umgebung. Für Einzelgehöfte im Außenbereich oder Wohngebäude, die an den industriell bzw. gewerblich genutzten Außenbereich angrenzen, gelten üblicherweise die Richtwerte des Mischgebiets.

Die Einstufung der Immissionsorte in die Gebietskategorien erfolgte nach gutachterlichen Gesichtspunkten auf Basis der vorhandenen Unterlagen, anhand einer Standortbesichtigungen am 07.03.2024 sowie der gesetzlichen Vorgaben (BauGB, BauNVO und TA Lärm). Für den gesamten zu betrachtenden Bereich lagen genehmigte Flächennutzungspläne für die Festlegung der Gebietskategorien vor. Für die Immissionsorte B und D standen zusätzlich genehmigte Bebauungspläne zur Verfügung.

Immissionsort	Gebiets-einstufung	zulässiger Immissions-richtwert (Nacht)	Grundlage der Einstufung
A Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 11	WA	40	FNP Eppendorf und tatsächlich vorgefundene Nutzung
B Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	WA	40	B-Plan „Dorfzentrum Kleinhartmannsdorf“
C Eppendorf, Wilhelm-Florin-Straße 13	WA	40	FNP Eppendorf und tatsächlich vorgefundene Nutzung
D Eppendorf, Oederaner Straße 26	WA	40	B-Plan „Wohngebiet Oederaner Straße“
E Gahlenzer Siedlung 1	Außenbereich	45	FNP VG Oederan und tatsächlich vorgefundene Nutzung

Tabelle 3: Immissionsorte und ihre Gebietseinstufung (WA – allgemeines Wohngebiet)

## 5.3 Unsicherheitsbetrachtung

Entsprechend der TA Lärm sind bei Geräuschimmissionsprognosen auch Aussagen über die Qualität der Prognose zu treffen. Dies erfolgt mit den folgenden Betrachtungen zur Unsicherheit. Dabei wird zwischen der Unsicherheit der Ausgangsdaten – in der Regel die Schalleistungspegel der Geräuschquellen und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung unterschieden.

### 5.3.1 Schallemissionswerte der betrachteten Windenergieanlagentypen

Maßgeblich für die Schallimmissionspegelberechnung ist nach der Richtlinie des *Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“* [2] der Schallemissionswert bei einer Windgeschwindigkeit von *10 m/s in 10 m Höhe ü. Grund*, bzw. bis maximal zu der Windgeschwindigkeit, die dem 95%-Wert der Nennleistung der zu untersuchenden Windenergieanlage entspricht.

Der Schalleistungspegel für eine Serie von Windenergieanlagen wird nach [5] in Form zweier Geräuschemissionswerte  $L_{WA,m}$  und  $K_{WA}$  angegeben.

$$L_{WD} = L_{WA,m} + K_{WA}$$

$L_{WA,m}$  ist der aus  $n$  Messungen resultierende mittlere Schalleistungspegel eines Anlagentyps. Dieser ist nach [2] auf Basis der zugehörigen Oktavspektren zu bestimmen. Sofern für betrachtete WEA-Typen keine Oktavspektren vorliegen, sind die entsprechenden Werte mit Hilfe des in [2] unter Punkt 6 aufgeführten Referenzspektrums zu ermitteln.

Die Unsicherheit  $K_{WA}$  beschreibt für ein Vertrauensniveau mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit, mit der das Ergebnis einer durchgeführten Messung des Schalleistungspegels an einer Windenergieanlage aus der Serie den hier angegebenen Wert überschreitet, die mögliche Streubreite der tatsächlich zu erwartenden Schallemissionspegel.

Dieses Vertrauensniveau kann für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10% (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90%) mit

$$K_{WA,10\%} = 1,28 \cdot \sigma_{ges} = 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

berechnet werden.

Die darin enthaltene Prognoseunsicherheit  $\sigma_{prog}$  und die Gesamtunsicherheit  $\sigma_{ges}$  werden in den Abschnitten 5.3.2 und 5.3.3 näher erläutert.

Die Standardabweichung  $\sigma_{LWA}$ , die für die Angabe des Schalleistungspegels zugrunde gelegt wird, ergibt sich nach [7] mit

$$\sigma_{LWA} = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Darin sind:

$\sigma_R$  die Messunsicherheit – die Standardabweichung der unter Wiederholbedingungen ermittelten Geräuschemissionswerte, d.h. bei wiederholter Anwendung desselben Geräuschemissionsverfahrens an derselben Windenergieanlage zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen. Bei einer normkonform nach FGW-Richtlinie durchgeführten Typvermessung kann von einer Unsicherheit  $\sigma_R = 0,5$  dB ausgegangen werden [2].

$\sigma_P$  die Serienstreuung – die Standardabweichung der an verschiedenen Windenergieanlagen einer Serie gemessenen Geräuschemissionswerte, wobei dasselbe Geräuschemessverfahren unter Wiederholbedingungen angewendet wurde. Bei einer Mehrfachvermessung aus mindestens drei Messungen kann für  $\sigma_P$  die Standardabweichung  $s$  der Messwerte aus dem zusammenfassenden Bericht angesetzt werden. Liegt keine Mehrfachvermessung des Schalleistungspegels vor, ist als Ersatzwert  $\sigma_P = 1,2$  dB zu wählen [2]/[5]/[7].

$s$  die Standardabweichung des Schalleistungspegels. Diese berechnet sich wie folgt:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{WA,i} - L_{WA,m})^2}$$

Darin ist  $L_{WA,i}$  der Schalleistungspegel eines Windenergieanlagentyps einer Messung  $\{L_{WA}\}$   $i = 1 \dots n$ .

Für den geplanten Windenergieanlagentyp NORDEX N163/6.X liegen Herstellerangaben zu den Schalleistungspegeln vor. Informationen zu Quelle und Aktualität der Angaben sind in den Abschnitten 8.4 und 8.7 des Anhangs zusammengestellt.

Auf Basis dieser Schalleistungspegel werden die Serienstreuung  $\sigma_P$ , die Messunsicherheit  $\sigma_R$ , die Standardabweichung  $\sigma_{LWA}$  und die Unsicherheit  $K_{WA,10\%}$  nach oben dargestellter Methode berechnet. Die einzelnen Werte sind für jeden Windenergieanlagentyp im Anhang unter Punkt 8.4 dargestellt.

Bei den im vorliegenden Bericht betrachteten WEA-Typen waren keine Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit zu beachten.

### 5.3.2 Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung

Laut den Empfehlungen nach [2] wird für die Unsicherheit des Prognosemodells der Ausbreitungsberechnungen  $\sigma_{prog} = 1,0 \text{ dB(A)}$  angesetzt.

Es erfolgt keine Modellierung der Abschirmung durch etwa im Ausbreitungsweg liegende Hindernisse, weshalb der Unsicherheitswert  $\sigma_{Schirm}$  nicht in die Berechnung eingeht.

Hohe Gebäude oder andere der im Abschnitt 4 genannten Rahmenbedingungen, die durch Reflexion zu einer Erhöhung der Schallimmissionen an den gewählten Immissionsorten beitragen könnten, wurden bei der Standortbesichtigung nicht festgestellt. Deshalb erfolgt im vorliegenden Bericht keine Betrachtung der Reflexion.

### 5.3.3 Gesamtunsicherheit des Beurteilungspegels

Die Prognoseunsicherheit des Beurteilungspegels kann unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der Schalleistungspegel  $L_{WA}$  ( $\sigma_R$  und  $\sigma_P$ ) und der Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung  $\sigma_{prog}$  der einzelnen Windenergieanlagen und der jeweiligen Beiträge der Teilimmissionspegel  $L_p$  an den einzelnen Immissionsorten angegebenen werden. Da nicht für alle Unsicherheitsfaktoren eine statistische Unabhängigkeit angenommen werden kann, wird die Gesamtunsicherheit in Anlehnung an [7] ermittelt.

Es wird zunächst davon ausgegangen, dass die Beiträge der Serienstreuung  $\sigma_P$ , der Messunsicherheit  $\sigma_R$  und die Unsicherheit der Ausbreitungsberechnung  $\sigma_{prog}$  statistisch unabhängig voneinander sind. Die Unabhängigkeit der erstgenannten zwei Unsicherheitsfaktoren manifestiert sich bereits in der Formel zur Berechnung der Standardabweichung des Schallemissionspegels  $\sigma_{LWA}$ , der in die Berechnung der Gesamtunsicherheit wie folgt eingeht:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_{LWA}^2 + \sigma_{prog}^2}$$

Davon ausgehend wird die Unsicherheit der Schallimmissionspegel in vorliegendem Bericht modelliert, indem bereits auf der Emissionsseite ein um einen Pegelzuschlag erhöhter Schalleistungspegel  $L_{WA,90}$  mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 90% als Eingangsgröße der Ausbreitungsrechnung verwendet wird.

$$L_{WA,90} = L_{WA,m} + 1,28 \cdot \sigma_{ges}$$

Ergebnis dieser Ausbreitungsrechnung sind Schallimmissionspegel  $L_{r,90}$  mit einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von ebenfalls 90%.

Der für den Genehmigungsbescheid maßgebliche maximal zulässige Schallleistungspegel ( $L_{e,max}$ ) der geplanten Anlagen berücksichtigt nur die Unsicherheiten der Anlage ( $\sigma_P$  und  $\sigma_R$ ) sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10%, nicht jedoch die Ausbreitungsunsicherheit.

Der Pegel  $L_{e,max}$  wird damit wie folgt bestimmt:

$$L_{e,max} = L_{WA} + 1,28 \cdot \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2)}$$

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Schallemissionswerte können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Status	Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	$L_{WA,m}$ [dB(A)]	$L_{WA,90}$ [dB(A)]	Quelle	
Zusatzbelastung	geplant (BV1)	WEA 01...05	NORDEX N163/6.X STE Mode 0	164	107,4	109,5	H
	geplant (BV2)	WEA 01	NORDEX N163/6.X STE Mode 4	164	105,8	107,9	H
		WEA 02, WEA 03	NORDEX N163/6.X STE Mode 6	164	104,8	106,9	H
		WEA 04, WEA 05	NORDEX N163/6.X STE Mode 5	164	105,3	107,4	H

Tabelle 4: Schallemissionswerte der Windenergieanlagen mit Angabe der Quelle (H – Herstellerangaben) – Die Farbgebung der Status-Angaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1). Detaillierte Quellenangaben sind im Anhang 8.4, 8.6 und 8.7 dargestellt.

Die Berechnungsvariante BV1 betrachtet den für den Tagzeitraum – bei 15 dB(A) höheren Immissionsrichtwerten (siehe Abschnitt 3) – geeigneten leistungsoptimierten Betriebsmodus der geplanten Windenergieanlagen. Da es hierbei an zwei Immissionsorten zu einer Überschreitung des anzuwendenden Immissionsrichtwertes für den Nachtzeitraum laut TA Lärm kommt, wird im vorliegenden Bericht zusätzlich eine zweite Berechnungsvariante BV2 betrachtet (siehe Abschnitt 6.1). Darin wird von einem Betrieb der geplanten Anlagen in schallreduzierten Betriebsmodi entsprechend Tabelle 4 ausgegangen, sodass der Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an allen maßgeblichen Immissionsorten den jeweils anzuwendenden Immissionsrichtwert einhält.

## 6 Berechnungsergebnisse

### 6.1 Beurteilungspegel an den betrachteten Immissionsorten

In den nachfolgenden Tabellen sind die Beurteilungspegel der Zusatzbelastung für beide Berechnungsvarianten jeweils mit Angabe der Prognosequalität (obere Vertrauensbereichsgrenze mit einer statistischen Sicherheit von 90% ( $L_{r,90}$ )) dargestellt. Da eine Vorbelastung (z.B. durch vorhandene WEA) nicht vorliegt, entspricht die von den geplanten WEA ausgehende Zusatzbelastung der Gesamtbelastung.

Die Qualität der Prognose beinhaltet die Unsicherheit des Schallleistungspegels in Anlehnung an [5] sowie die Unsicherheit der Prognose nach [2] / [13]. Entsprechend den Vorgaben in [2] werden sämtliche Beurteilungspegel auf ganze dB(A) gerundet. Auftretende Überschreitungen der Immissionsrichtwerte sind in den Tabellen grau hinterlegt.

Immissionsort	nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Gesamtbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 11	40	43
B Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	40	41
C Eppendorf, Wilhelm-Florin-Straße 13	40	36
D Eppendorf, Oederaner Straße 26	40	37
E Gahlenzer Siedlung 1	45	40

Tabelle 5: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung BV1

Immissionsort	nächtlicher Immissionsrichtwert [dB(A)]	Gesamtbelastung $L_{r,90}$ [dB(A)]
A Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 11	40	40
B Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	40	39
C Eppendorf, Wilhelm-Florin-Straße 13	40	34
D Eppendorf, Oederaner Straße 26	40	35
E Gahlenzer Siedlung 1	45	38

Tabelle 6: Berechnungsergebnisse der Gesamtbelastung BV2

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

### 6.2 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Zur Beurteilung der immissionsrechtlichen Zulässigkeit des Betriebs der Anlagen in der gewählten Anordnung sind die auf ganze dB(A) gerundeten Schallimmissionspegel mit den eingangs genannten Immissionsrichtwerten zu vergleichen.

Die Beurteilungspegel  $L_{r,90}$  der **Gesamtbelastung** der Berechnungsvariante **BV1** unterschreiten die anzuwendenden Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten C...E. Am Immissionsort B wird der angegebene Immissionsrichtwert um 1 dB(A) überschritten, während es am Immissionsort A zu einer Überschreitung des anzuwendenden Immissionsrichtwertes um 3 dB(A) kommt.

Die Beurteilungspegel  $L_{r,90}$  der **Gesamtbelastung** der Berechnungsvariante **BV2** unterschreiten die anzuwendenden Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten B...E. Am Immissionsort A wird der anzuwendende Immissionsrichtwert genau erreicht. An den Immissionsorten C und E beträgt die Differenz zwischen dem Immissionsrichtwert und dem Beurteilungspegel mindestens 6 dB(A). Nach Abschnitt 3.2.1 der TA Lärm [1] ist der Immissionsbeitrag der geplanten Windenergieanlagen demnach an diesen Immissionsorten als nicht relevant einzuschätzen.

In der vorliegenden Berechnung werden nur die von den Windenergieanlagen ausgehenden Schallemissionen berücksichtigt. Der Schalldruckpegel am jeweiligen Immissionsort wird zusätzlich durch die Emissionen anderer Geräuschquellen (Straßen, Umgebung etc.) beeinflusst. Unter bestimmten Bedingungen müssen schon vorhandene Quellen von Gewerbelärm gemäß TA Lärm als Vorbelastung in die Schallimmissionsberechnung einbezogen werden. Wie eine Ortsbegehung der Umgebung des Standortes am 07.03.2024 ergab, existieren im Bereich der geplanten Windenergieanlagen mehrere Landwirtschaftsbetriebe und Gewerbeflächen mit möglichen nächtlichen Lärmemissionen. Da sich jedoch keiner der für die Beurteilung der geplanten Windenergieanlagen maßgeblichen Immissionsorte in der näheren Umgebung dieser Schallquellen befindet, konnte auf eine Berücksichtigung im vorliegenden Bericht verzichtet werden. Ebenso wurde auf eine Betrachtung der südöstlich von Leubsdorf befindlichen drei Windenergieanlagen verzichtet, da eine Vorabrechnung ergab, dass sich keiner der im vorliegenden Bericht betrachteten Immissionsorte in deren Einwirkungsbereich befindet. Wegen des ansonsten ländlichen Charakters der Region (mit einer im Allgemeinen geringen Vorbelastung, insbesondere während der Nacht) kann also davon ausgegangen werden, dass die Gesamtbelastung nach TA Lärm nicht über den o. g. Pegelwerten liegt.

**Zusammenfassend** ist festzustellen, dass es bei einem leistungsoptimiertem Betrieb der geplanten Anlagen an den kritischen Immissionsorten A und B zur Überschreitungen des anzuwendenden Immissionsrichtwertes für den Nachtzeitraum nach TA Lärm kommt. Unter den Voraussetzungen der Berechnungsvariante BV2 ist jedoch davon auszugehen, dass die anzuwendenden Immissionsrichtwerte durch die Beurteilungspegel der Gesamtbelastung an allen betrachteten Immissionsorten eingehalten werden. Einer Genehmigung des Vorhabens entsprechend TA Lärm 3.2.1 Absatz 1 steht daher nichts entgegen.

Für den geplanten WEA-Typ NORDEX N163/6.X liegen Herstellerangaben zu den Schallleistungspegeln für Anlagen mit einer Zusatzausstattung der Rotorblätter (serrated trailing edge – STE) vor. Durch Vorlage entsprechender Unterlagen sollte nachgewiesen werden, dass die Spezifikation und Ausstattung der vor Ort errichteten Anlagen mit derjenigen übereinstimmen, die den Berechnungen in diesem Bericht zugrunde gelegt wurden.

Da für die Berechnungen lediglich Herstellerangaben zu den Schallemissionspegeln vorlagen, sollten zukünftig veröffentlichte Ergebnisse von Schallvermessungen in die Beurteilung der Immissionssituation einbezogen werden bzw. wird in Anlehnung an [2] eine Abnahmemessung nach Errichtung der Anlagen empfohlen.

Das Oktavbandspektrum einer möglichen Abnahmemessung kann von dem der Prognose zugrundeliegenden Spektrum abweichen. Entscheidend im Falle einer Abweichung ist der Nachweis auf Nichtüberschreitung der im vorliegenden Bericht ermittelten Schallbeiträge der einzelnen WEA bzw. der anzuwendenden Immissionsrichtwerte durch eine mit dem gemessenen Oktavspektrum durchgeführte Ausbreitungsrechnung entsprechend dem Interimsverfahren.

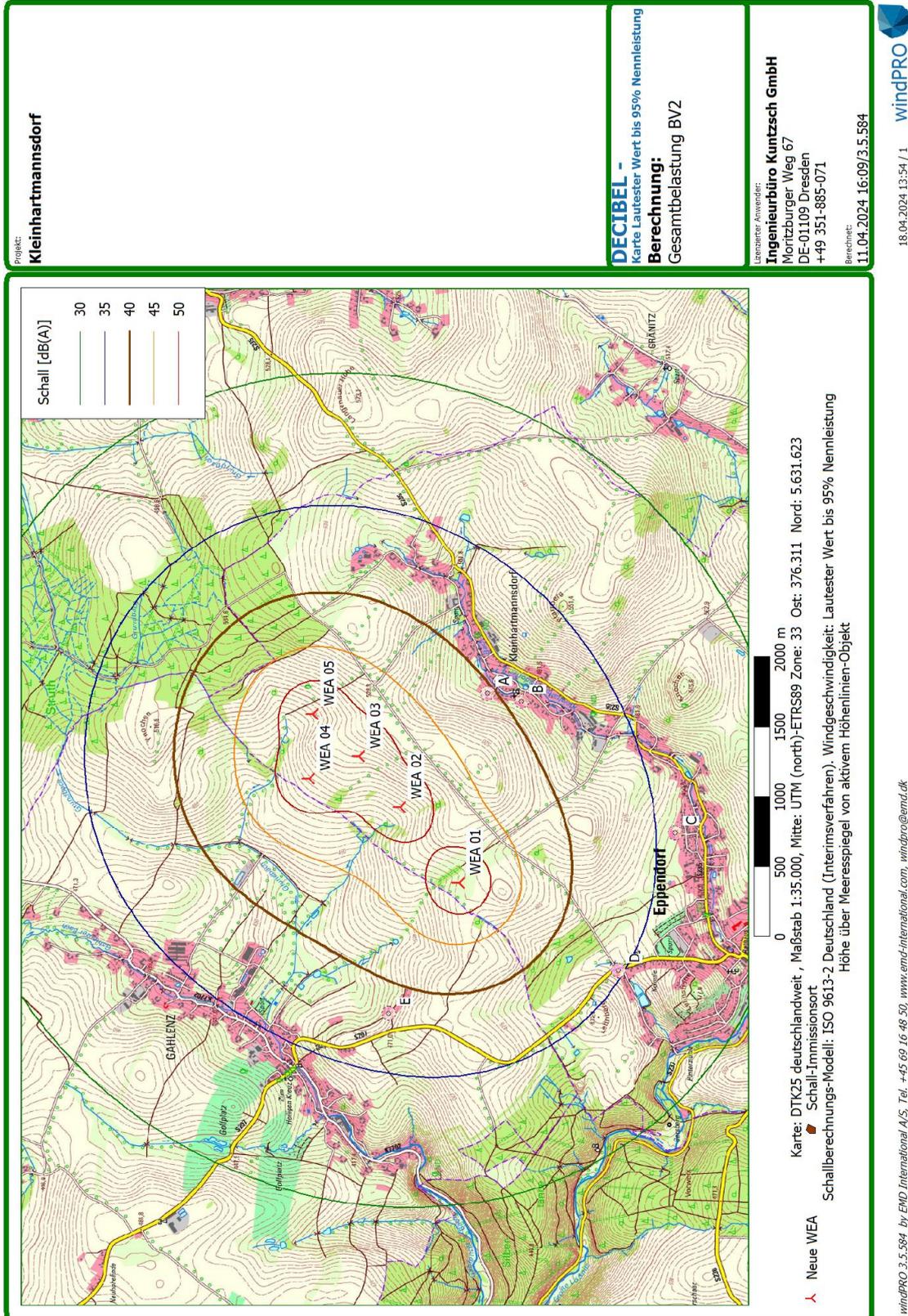
## 7 Literaturhinweise

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1998): Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm). - Bonn, 26. August 1998, GMBI 1998, S. 503 ff.; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- [2] Länderausschuss für Immissionsschutz LAI (2017): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA). - Überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30. Juni 2016.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1999): Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien. – DIN ISO 9613-2, 1999-10, Berlin.
- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2001): Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen - DIN EN 50376, Entwurf, Berlin, Frankfurt a. M., November 2001.
- [5] IEC International Electrotechnical Commission (2005): Wind Turbines – Part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values. - IEC TS 61400-14, First edition 2005-03, Genf.
- [6] DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik NALS (2015): Dokumentation zur Schallausbreitung – Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen von Windkraftanlagen. Fassung 2015-05.1. - veröffentlicht vom Unterausschuss NA 001-02-03-19 UA "Schallausbreitung im Freien".
- [7] Agatz, Monika (2023): Windenergie-Handbuch - 19. Ausgabe, März 2023.
- [8] Fördergesellschaft für Windenergie e.V. (2008): Technische Richtlinien für Windenergieanlagen – Teil 1: Bestimmung der Schallimmissionswerte. - Revision 18, Stand 01.02.2008.
- [9] VDI Verein Deutscher Ingenieure (1988): Schallausbreitung im Freien. - VDI 2714, Januar 1988, Düsseldorf.
- [10] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1987): Schallschutz im Städtebau, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. - DIN 18005, Beiblatt 1, 1987-05, Berlin.
- [11] Deutscher Bundestag (2021): Gesetz zur Umsetzung von Vorgaben der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) für Zulassungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Wasserhaushaltsgesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz – Drucksache 19/27672 – § 16b BImSchG – Stand 22.06.2021, Berlin.
- [12] Feldhaus, G. & Tegeder, K. (2014): Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) – Kommentar – aktualisierter Sonderdruck. C.F. Müller Verlag (hjr-Verlagsgruppe), Heidelberg, Januar 2014.
- [13] Protokoll zur Dienstbesprechung Immissionsschutz des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) mit der Landesdirektion, den Landkreisen, Kreisfreien Städten, dem Oberbergamt und dem LfULG zu TOP 13.12 Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA). - Dresden, 26.10.2017.
- [14] Raumplanungsinformationssystem RAPIS Sachsen: <https://rapis.ipm-gis.de/client/>; letzter Zugriff am 08.04.2024.

# 8 Anhang

## 8.1 Übersichtspläne mit Schalldruckpegelniveaulinien

Gesamtbelastung BV2:



## 8.2 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Gesamtbelastung BV1:

**Projekt:**  
**Kleinhartmannsdorf**

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

**Berechnet:**  
11.04.2024 14:32/3.5.584

**DECIBEL - Hauptergebnis**  
**Berechnung: Gesamtbelastung BV1**

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

Industriegebiet: 70 dB(A)  
Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)  
Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)  
Gewerbegebiet: 50 dB(A)  
Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)  
Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

**WEA**

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotorhöhe [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]
					Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name		
WEA 01	375.704	5.631.088	493,1	WEA 01	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	109,5 dB(A) STE Mode 0 Lwa,90 Okt. H	(95%)	109,5
WEA 02	376.247	5.631.509	486,6	WEA 02	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	109,5 dB(A) STE Mode 0 Lwa,90 Okt. H	(95%)	109,5
WEA 03	376.615	5.631.801	505,6	WEA 03	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	109,5 dB(A) STE Mode 0 Lwa,90 Okt. H	(95%)	109,5
WEA 04	376.456	5.632.159	486,9	WEA 04	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	109,5 dB(A) STE Mode 0 Lwa,90 Okt. H	(95%)	109,5
WEA 05	376.919	5.632.131	494,8	WEA 05	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	109,5 dB(A) STE Mode 0 Lwa,90 Okt. H	(95%)	109,5

Maßstab 1:50.000

▲ Neue WEA      ■ Schall-Immissionsort

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe [m]	Anforderung		Anforderung erfüllt?
						Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]	
A	Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 11	377.069	5.630.883	482,9	5,0	40	43	Nein
B	Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	377.011	5.630.640	480,9	5,0	40	41	Nein
C	Eppendorf, Wilhelm-Florin-Straße 13	376.068	5.629.543	451,2	5,0	40	36	Ja
D	Eppendorf, Oederaner Straße 26	375.075	5.629.953	444,9	5,0	40	37	Ja
E	Gahlenzer Siedlung 1	374.770	5.631.586	463,3	5,0	45	40	Ja

**Abstände (m)**

Schall-Immissionsort	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04	WEA 05
A	1380	1033	1024	1416	1257
B	1382	1157	1226	1617	1493
C	1587	1974	2323	2644	2724
D	1297	1948	2405	2602	2854
E	1058	1479	1857	1781	2217

windPRO 3.5.584 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, windpro@emd.dk
11.04.2024 15:47 / 1

Gesamtbelastung BV2:

<b>Projekt:</b> <b>Kleinhartmannsdorf</b>	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071  Berechnet: 11.04.2024 16:09/3.5.584
--	---

**DECIBEL - Hauptergebnis**

**Berechnung: Gesamtbelastung BV2**

ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren)

Die Berechnung basiert auf der internationalen Norm ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors"

Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Faktor für Meteorologischen Dämpfungskoeffizient, C0: 0,0 dB

Die gültigen Nacht-Immissionsrichtwerte sind entsprechend TA-Lärm festgesetzt auf:

- Industriegebiet: 70 dB(A)
- Dorf- und Mischgebiet, Außenbereich: 45 dB(A)
- Reines Wohngebiet / Kurgebiet u.ä. : 35 dB(A)
- Gewerbegebiet: 50 dB(A)
- Allgemeines Wohngebiet: 40 dB(A)
- Kur- und Feriengebiet: 35 dB(A)

Alle Koordinatenangaben in:  
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:50.000  
 Neue WEA Schall-Immissionsort

**WEA**

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schallwerte		Windgeschwindigkeit	LWA
					Aktuell	Hersteller Typ				Quelle	Name		
			[m]				[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]
WEA 01	375.704	5.631.088	493,1	WEA 01	Ja	NORDEX N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	107,9 dB(A) STE Mode 4 Lwa,90 Okt. H	(95%)	107,9
WEA 02	376.247	5.631.509	486,6	WEA 02	Ja	NORDEX N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	106,9 dB(A) STE Mode 6 Lwa,90 Okt. H	(95%)	106,9
WEA 03	376.615	5.631.801	505,6	WEA 03	Ja	NORDEX N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	106,9 dB(A) STE Mode 6 Lwa,90 Okt. H	(95%)	106,9
WEA 04	376.456	5.632.159	486,9	WEA 04	Ja	NORDEX N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	107,4 dB(A) STE Mode 5 Lwa,90 Okt. H	(95%)	107,4
WEA 05	376.919	5.632.131	494,8	WEA 05	Ja	NORDEX N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	USER	107,4 dB(A) STE Mode 5 Lwa,90 Okt. H	(95%)	107,4

**Berechnungsergebnisse**

**Beurteilungspegel**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkt-höhe	Anforderung Schall	Beurteilungspegel Von WEA	Anforderung erfüllt? Schall
A	Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 11	377.069	5.630.883	482,9	5,0	40	40	Ja
B	Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	377.011	5.630.640	480,9	5,0	40	39	Ja
C	Eppendorf, Wilhelm-Florin-Straße 13	376.068	5.629.543	451,2	5,0	40	34	Ja
D	Eppendorf, Oederaner Straße 26	375.075	5.629.953	444,9	5,0	40	35	Ja
E	Gahlenzer Siedlung 1	374.770	5.631.586	463,3	5,0	45	38	Ja

**Abstände (m)**

Schall-Immissionsort	WEA				
	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04	WEA 05
A	1380	1033	1024	1416	1257
B	1382	1157	1226	1617	1493
C	1587	1974	2323	2644	2724
D	1297	1948	2405	2602	2854
E	1058	1479	1857	1781	2217

### 8.3 Detaillierte Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Gesamtbelastung BV2:

**Projekt:**  
**Kleinhartmannsdorf**

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

**Berechnet:**  
11.04.2024 16:09/3.5.584

**DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse**

**Berechnung:** Gesamtbelastung BV2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

**Annahmen**

Berechneter L(DW) = LWA<sub>ref</sub> + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Omega)

LWA<sub>ref</sub>: Schalleistungspegel der WEA  
 K: Einzeltöne  
 Dc: Richtwirkungskorrektur  
 Adiv: Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung  
 Aatm: Dämpfung aufgrund von Luftabsorption  
 Agr: Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts  
 Abar: Dämpfung aufgrund von Abschirmung  
 Amisc: Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte  
 Cmet: Meteorologische Korrektur

**Berechnungsergebnisse**

**Schall-Immissionsort: A Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 11**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**WEA**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.380	1.391	<b>32,41</b>	107,9	0,00	73,86	4,58	-3,00	0,00	0,00	75,44
WEA 02	1.033	1.046	<b>34,63</b>	106,9	0,00	71,39	3,83	-3,00	0,00	0,00	72,22
WEA 03	1.024	1.040	<b>34,70</b>	106,9	0,00	71,34	3,82	-3,00	0,00	0,00	72,16
WEA 04	1.416	1.425	<b>31,64</b>	107,4	0,00	74,08	4,65	-3,00	0,00	0,00	75,72
WEA 05	1.257	1.269	<b>32,96</b>	107,4	0,00	73,07	4,33	-3,00	0,00	0,00	74,40
Summe			<b>40,43</b>								

**Schall-Immissionsort: B Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**WEA**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.382	1.392	<b>32,40</b>	107,9	0,00	73,87	4,58	-3,00	0,00	0,00	75,46
WEA 02	1.157	1.168	<b>33,39</b>	106,9	0,00	72,35	4,11	-3,00	0,00	0,00	73,47
WEA 03	1.226	1.240	<b>32,72</b>	106,9	0,00	72,87	4,27	-3,00	0,00	0,00	74,14
WEA 04	1.617	1.625	<b>30,12</b>	107,4	0,00	75,22	5,02	-3,00	0,00	0,00	77,24
WEA 05	1.493	1.503	<b>31,02</b>	107,4	0,00	74,54	4,80	-3,00	0,00	0,00	76,34
Summe			<b>39,08</b>								

**Schall-Immissionsort: C Eppendorf, Wilhelm-Florin-Straße 13**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**WEA**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.587	1.600	<b>30,80</b>	107,9	0,00	75,08	4,98	-3,00	0,00	0,00	77,06
WEA 02	1.974	1.983	<b>27,27</b>	106,9	0,00	76,95	5,64	-3,00	0,00	0,00	79,58
WEA 03	2.323	2.333	<b>25,33</b>	106,9	0,00	78,36	6,17	-3,00	0,00	0,00	81,53
WEA 04	2.644	2.651	<b>24,27</b>	107,4	0,00	79,47	6,62	-3,00	0,00	0,00	83,09
WEA 05	2.724	2.732	<b>23,91</b>	107,4	0,00	79,73	6,72	-3,00	0,00	0,00	83,45
Summe			<b>34,13</b>								

**Schall-Immissionsort: D Eppendorf, Oederaner Straße 26**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**WEA**

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.297	1.314	<b>33,06</b>	107,9	0,00	73,37	4,42	-3,00	0,00	0,00	74,79
WEA 02	1.948	1.958	<b>27,43</b>	106,9	0,00	76,84	5,59	-3,00	0,00	0,00	79,43
WEA 03	2.405	2.415	<b>24,91</b>	106,9	0,00	78,66	6,29	-3,00	0,00	0,00	81,95
WEA 04	2.602	2.610	<b>24,47</b>	107,4	0,00	79,33	6,56	-3,00	0,00	0,00	82,89
WEA 05	2.854	2.861	<b>23,34</b>	107,4	0,00	80,13	6,89	-3,00	0,00	0,00	84,02
Summe			<b>35,29</b>								

windPRO 3.5.584 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, windpro@emd.dk

18.04.2024 13:56 / 1

Schallimmissionsprognose – Kleinhartmannsdorf (N-IBK-5730424)

Seite 19 von 26

Ö • c || ä æ { K G E E G A X ^ | • q } K A O • c || ö ä ö Š a F G E ä I

25/135

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

11.04.2024 16:09/3.5.584

## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung BV2 **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Deutschland (Interimsverfahren) 10,0 m/s

### Schall-Immissionsort: E Gahlenzer Siedlung 1

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

#### WEA

Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
WEA 01	1.058	1.075	<b>35,33</b>	107,9	0,00	71,63	3,90	-3,00	0,00	0,00	72,53
WEA 02	1.479	1.490	<b>30,62</b>	106,9	0,00	74,46	4,77	-3,00	0,00	0,00	76,24
WEA 03	1.857	1.868	<b>27,98</b>	106,9	0,00	76,43	5,45	-3,00	0,00	0,00	78,88
WEA 04	1.781	1.790	<b>28,99</b>	107,4	0,00	76,06	5,32	-3,00	0,00	0,00	78,37
WEA 05	2.217	2.225	<b>26,40</b>	107,4	0,00	77,95	6,01	-3,00	0,00	0,00	80,96
Summe			<b>38,07</b>								

### 8.4 Berechnung des mittleren Schallleistungspegels und der Standardabweichung

WEA-Typ: NORDEXN163/6.X STE Mode 0				Nabenhöhe: 164 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%		
1	107,4 dB(A)	Herstellerangaben	13.10.2023	k	S	$\sigma$		
2				1,28	0,00	1,64	2,1	
3								
4						SigmaR	0,5	
5						SigmaP	1,20	
							SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert	
Lwa(Mittel): 107,4 dB(A)				Lwa, 90: 109,5 dB(A)				
V 5.1 (01/18)								

WEA-Typ: NORDEXN163/6.X STE Mode 4				Nabenhöhe: 164 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%		
1	105,8 dB(A)	Herstellerangaben	13.10.2023	k	S	$\sigma$		
2				1,28	0,00	1,64	2,1	
3								
4						SigmaR	0,5	
5						SigmaP	1,20	
							SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert	
Lwa(Mittel): 105,8 dB(A)				Lwa, 90: 107,9 dB(A)				

WEA-Typ: NORDEXN163/6.X STE Mode 5				Nabenhöhe: 164 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%		
1	105,3 dB(A)	Herstellerangaben	13.10.2023	k	S	$\sigma$		
2				1,28	0,00	1,64	2,1	
3								
4						SigmaR	0,5	
5						SigmaP	1,20	
							SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert	
Lwa(Mittel): 105,3 dB(A)				Lwa, 90: 107,4 dB(A)				

WEA-Typ: NORDEXN163/6.X STE Mode 6				Nabenhöhe: 164 m				
Lwa	Bericht	Datum	Standardnormalvariable 90%	Standardabweichung	Sigma ges	Kwa, 10%		
1	104,8 dB(A)	Herstellerangaben	13.10.2023	k	S	$\sigma$		
2				1,28	0,00	1,64	2,1	
3								
4						SigmaR	0,5	
5						SigmaP	1,20	
							SigmaP = 1,2 bei nur einem vorliegenden Messwert	
Lwa(Mittel): 104,8 dB(A)				Lwa, 90: 106,9 dB(A)				

## 8.5 Begriffsdefinitionen

**Schallleistungspegel  $L_W$ :** Er repräsentiert die Stärke der Abstrahlung einer Schallquelle und ist definiert zu:

$$L_W = 10 \lg (P/P_0) \text{ dB}$$

mit  $P$ ... Schallleistung der Schallquelle [W]

$P_0$ ... Referenzschallleistung [ $10^{-12}$  W]

Die Schallleistung von Windenergieanlagen entsteht in der Hauptsache durch turbulente Luftströmung im Umfeld der Rotorblätter. Der Schallleistungspegel wird nach genormten Verfahren ([5], [8]) durch akustische Messungen bestimmt. Der den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage charakterisierende maximale Schallemissionspegel ist in der Regel innerhalb eines Windgeschwindigkeitsintervalls von 6...10 m/s in 10 m Höhe ü. Grund bzw. bei Erreichen von etwa 95% der Nennleistung zu erwarten. Für die Schallausbreitungsrechnung wird die von der Windenergieanlage emittierte Schallenergie auf einen hypothetischen Punkt in der Rotormitte konzentriert; es wird also von einer punktförmigen Schallquelle ausgegangen.

**Schalldruckpegel  $L_r$ :** Das menschliche Ohr kann Schalldruckschwankungen sehr unterschiedlicher Größenordnungen wahrnehmen: zwischen der Hörschwelle (20  $\mu$ Pa) und der Schmerzschwelle (20 Pa) liegen 6 Zehnerpotenzen. Zur vereinfachten Beschreibung wurde eine logarithmische Skala eingeführt. Der Schalldruckpegel, der die Schallimmission am Betrachtungspunkt beschreibt, ist wie folgt definiert:

$$L_r = 20 \lg (p/p_0) \text{ dB}$$

mit  $p$ ... Schalldruck-Effektivwert am Immissionsort [Pa]

$p_0$ ... Referenzschalldruck, entspricht der Hörschwelle [20  $\mu$ Pa]

dB... Dezibel – Pegeleinheit; Hilfsmaßeinheit des Schallpegels, ermittelt aus der SI-Einheit Pascal

**A-Bewertung:** Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist frequenzabhängig - niedrige und sehr hohe Frequenzen werden bei gleichem Schalldruck leiser wahrgenommen. Die nach DIN 45634 definierte A - Bewertungskurve trägt dem Rechnung, indem bei der Auswertung von Messungen insbesondere niedrige Frequenzen weniger stark bewertet werden als mittlere. A - bewertete Schallpegel werden wie im vorliegenden Bericht mit der Einheit dB(A) gekennzeichnet.

**Schallreduzierter Betrieb:** Drehzahlvariable (pitchgeregelte) Windenergieanlagen können im Bedarfsfall (z.B. nachts) in einen schallreduzierten Betriebsmodus versetzt werden. Dabei wird normalerweise die Drehzahl des Rotors unterhalb eines Grenzwertes gehalten. Damit wird die Geschwindigkeit der Rotorblätter beschränkt und die von den Rotorblättern ausgehende Schallemission verringert. Mit der Schallreduzierung gehen in aller Regel eine Beschränkung der elektrischen Leistung und damit Ertragseinbußen einher.

**Ton-/Impulshaltigkeit:** Die von dem Stand der Technik entsprechenden Windenergieanlagen emittierten Geräusche sind breitbandig (z.B. als Rauschen wahrgenommen) und hinsichtlich ihrer Schalleistung zeitlich konstant. Tonhaltigkeit liegt vor, wenn Einzeltöne innerhalb eines Geräusches wahrnehmbar sind (z.B. als Pfeifen, Summen wahrgenommen). Impulshaltig ist ein Geräusch, wenn periodisch eine erhebliche Änderung des Schalleistungspegels auftritt. Beide Phänomene können dazu führen, dass ein Geräusch über das aus dem Beurteilungspegel ableitbare Niveau hinaus wahrnehmbar und lästig ist. Die erhöhte Lästigkeit kann bei der Pegeldarstellung der Schallemission durch Vergabe von Zuschlägen ausgedrückt werden; der um den Ton- bzw. Impulshaltigkeitszuschlag erhöhte Schallemissionspegel charakterisiert ein Geräusch gleicher Lästigkeit ohne Ton- bzw. Impulshaltigkeit. Der Impulzzuschlag wird im Zuge der Auswertung von Schallvermessungen berechnet. Für Tonhaltigkeit sind ggf. Zuschläge in Höhe von 3 dB (auffällige Töne) oder 6 dB (besonders auffällige Töne) gebräuchlich.

**Beurteilungspegel:** Er dient im Vergleich mit dem für einen Immissionsort anzuwendenden Immissionsrichtwert der Prüfung der Frage, ob im Zusammenhang mit einem Vorhaben erhebliche Belästigungen zu erwarten sind oder nicht. Neben der Aggregation der Vor- und Zusatzbelastung zur Gesamtbelastung können im Beurteilungspegel (im Unterschied zu einem reinen Schalldruckpegel) weitere Aspekte wie etwa auftretende Ton-/Impulshaltigkeit und die Pegelunsicherheit repräsentiert sein.

**Infraschall:** Schall sehr geringer Frequenz unterhalb von 20 Hz wird als Infraschall bezeichnet. Die Wahrnehmung erfolgt nicht im eigentlichen Sinne durch das menschliche Ohr und erst bei sehr hohen Pegelwerten. Quellen von wahrnehmbarem Infraschall sind u.a. der Verkehr, große Gasverdichter, aber auch Meeresrauschen und der Wind selbst. Es ist durch Messungen vielfach belegt, dass Windenergieanlagen zwar Infraschall emittieren können; dieser liegt jedoch erheblich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Aus Infraschall unterhalb der Wahrnehmungsschwelle folgende negative Auswirkungen auf den Menschen sind bisher nicht festgestellt worden.

**Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit:** Lt. 6.5 der TA Lärm ist in zum Wohnen genutzten Gebieten den ermittelten Beurteilungspegeln ein Zuschlag von 6 dB(A) für folgende Zeiten hinzuzurechnen:

- Werktags                    6.00 – 7.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr
- Sonn-/Feiertags        6.00 – 9.00 Uhr, 13.00 – 15.00 Uhr und 20.00 – 22.00 Uhr.

Für diese Zeiträume gelten lt. TA Lärm 6.1 die Immissionsrichtwerte des Tagzeitraums, welche 15 dB(A) über den Immissionsrichtwerten für den Nachtzeitraum liegen. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden in den Schallimmissionsprognosen in der Regel die Richtwerte für den kritischeren Nachtzeitraum verwendet. Sofern diese Immissionsrichtwerte durch die ermittelten Beurteilungspegel unterschritten bzw. nicht um mehr als 9 dB(A) überschritten werden, ist davon auszugehen, dass diese Beurteilungspegel auch mit einem Zuschlag von 6 dB(A) die Immissionsrichtwerte für den Tagzeitraum nicht überschreiten.

## 8.6 Angaben zu den verwendeten Oktavpegeln

**WEA:** NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O!  
**Schall:** 109,5 dB(A) STE Mode 0 Lwa,90 Okt. H

Datenquelle  
 Herstellerangaben 107,4 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)  
 Bericht: F008\_277\_A19\_IN Rev.9  
 ten, 16.02.2024

Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 13.10.2023 USER 16.02.2024 13:37

Status	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
				63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	109,5	Nein	90,7	98,3	100,4	101,6	103,4	104,1	98,5	84,1

**WEA:** NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O!  
**Schall:** 107,9 dB(A) STE Mode 4 Lwa,90 Okt. H

Datenquelle  
 Herstellerangaben 105,8 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)  
 Bericht: F008\_277\_A19\_IN Rev.9  
 ten, 16.02.2024

Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 13.10.2023 USER 16.02.2024 13:41

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	164,0	95% der Nennleistung	107,9	Nein	89,1	96,7	98,8	100,0	101,8	102,5	96,9	82,5

**WEA:** NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O!  
**Schall:** 107,4 dB(A) STE Mode 5 Lwa,90 Okt. H

Datenquelle  
 Herstellerangaben 105,3 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)  
 Bericht: F008\_277\_A19\_IN Rev.9  
 ten, 16.02.2024

Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 13.10.2023 USER 16.02.2024 13:42

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	164,0	95% der Nennleistung	107,4	Nein	88,6	96,2	98,3	99,5	101,3	102,0	96,4	82,0

**WEA:** NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O!  
**Schall:** 106,9 dB(A) STE Mode 6 Lwa,90 Okt. H

Datenquelle  
 Herstellerangaben 104,8 dB(A) + Unsicherheit 2,1 dB(A)  
 Bericht: F008\_277\_A19\_IN Rev.9  
 ten, 16.02.2024

Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
 13.10.2023 USER 16.02.2024 13:43

Status	Nabenhöhe [m]	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktavbänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	164,0	95% der Nennleistung	106,9	Nein	88,1	95,7	97,8	99,0	100,8	101,5	95,9	81,5

## 8.7 Angaben zu den verwendeten Schallemissionspegeln

NORDEX N163/6.X:

Classification: Internal Purpose

---



# Octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel

Nordex N163/6.X

© Nordex Energy SE & Co. KG, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany  
All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.  
Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

Classification: Internal Purpose



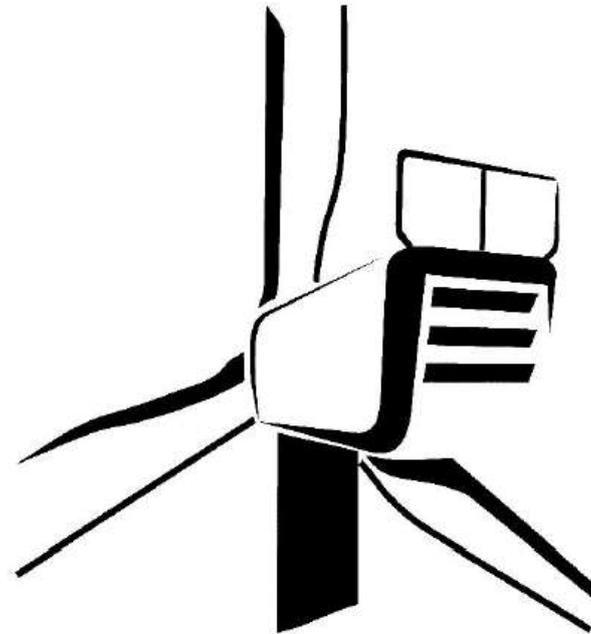
Octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel

**Nordex N163/6.X without STE / ohne STE**

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.6	97.8	100.3	101.6	103.5	104.2	97.4	83.0	109.4
Mode 1	88.4	97.6	100.1	101.4	103.3	104.0	97.2	82.8	109.2
Mode 2	88.0	97.2	99.7	101.0	102.9	103.6	96.8	82.4	108.8
Mode 3	87.5	96.7	99.2	100.5	102.4	103.1	96.3	81.9	108.3
Mode 4	87.0	96.2	98.7	100.0	101.9	102.6	95.8	81.4	107.8
Mode 5	86.5	95.7	98.2	99.5	101.4	102.1	95.3	80.9	107.3
Mode 6	86.0	95.2	97.7	99.0	100.9	101.6	94.8	80.4	106.8
Mode 7	85.5	94.7	97.2	98.5	100.4	101.1	94.3	79.9	106.3
Mode 8	85.0	94.2	96.7	98.0	99.9	100.6	93.8	79.4	105.8
Mode 9	83.0	92.2	94.7	96.0	97.9	98.6	91.8	77.4	103.8
Mode 10	82.5	91.7	94.2	95.5	97.4	98.1	91.3	76.9	103.3
Mode 11	82.0	91.2	93.7	95.0	96.9	97.6	90.8	76.4	102.8
Mode 12	81.5	90.7	93.2	94.5	96.4	97.1	90.3	75.9	102.3
Mode 13	81.0	90.2	92.7	94.0	95.9	96.6	89.8	75.4	101.8
Mode 14	80.5	89.7	92.2	93.5	95.4	96.1	89.3	74.9	101.3
Mode 15	80.0	89.2	91.7	93.0	94.9	95.6	88.8	74.4	100.8
Mode 16	79.5	88.7	91.2	92.5	94.4	95.1	88.3	73.9	100.3
Mode 17	79.0	88.2	90.7	92.0	93.9	94.6	87.8	73.4	99.8

**Nordex N163/6.X with STE / mit STE**

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.6	96.2	98.3	99.5	101.3	102.0	96.4	82.0	107.4
Mode 1	88.4	96.0	98.1	99.3	101.1	101.8	96.2	81.8	107.2
Mode 2	88.0	95.6	97.7	98.9	100.7	101.4	95.8	81.4	106.8
Mode 3	87.5	95.1	97.2	98.4	100.2	100.9	95.3	80.9	106.3
Mode 4	87.0	94.6	96.7	97.9	99.7	100.4	94.8	80.4	105.8
Mode 5	86.5	94.1	96.2	97.4	99.2	99.9	94.3	79.9	105.3
Mode 6	86.0	93.6	95.7	96.9	98.7	99.4	93.8	79.4	104.8
Mode 7	85.5	93.1	95.2	96.4	98.2	98.9	93.3	78.9	104.3
Mode 8	85.0	92.6	94.7	95.9	97.7	98.4	92.8	78.4	103.8
Mode 9	83.0	90.6	92.7	93.9	95.7	96.4	90.8	76.4	101.8
Mode 10	82.5	90.1	92.2	93.4	95.2	95.9	90.3	75.9	101.3
Mode 11	82.0	89.6	91.7	92.9	94.7	95.4	89.8	75.4	100.8
Mode 12	81.5	89.1	91.2	92.4	94.2	94.9	89.3	74.9	100.3
Mode 13	81.0	88.6	90.7	91.9	93.7	94.4	88.8	74.4	99.8
Mode 14	80.5	88.1	90.2	91.4	93.2	93.9	88.3	73.9	99.3
Mode 15	80.0	87.6	89.7	90.9	92.7	93.4	87.8	73.4	98.8
Mode 16	79.5	87.1	89.2	90.4	92.2	92.9	87.3	72.9	98.3
Mode 17	79.0	86.6	88.7	89.9	91.7	92.4	86.8	72.4	97.8



Language: DE - German  
 Department: Engineering/ CPS / Processes & Documents

Done   TKI 08-02-2023	Reviewed   A.G.L. 08-02-2023	Approved   A.G.L. 08-02-2023
--	---	---

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

©2023 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	K08 Delta	N100/3300, N117/3000, N117/3000 controlled, N117/3600, N131/3000, N131/3000 controlled, N131/3300, N131/3600, N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X, N175/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Zweck des Dokuments .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Betriebsweise.....</b>	<b>5</b>
2.1	Schall an Windenergieanlagen .....	5
2.2	Lärminderung durch Serrations .....	6
<b>3.</b>	<b>Bestandteile .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Funktionen, Effekt.....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Weitere Merkmale .....</b>	<b>7</b>
<b>6.</b>	<b>Liefer- und Leistungsumfang.....</b>	<b>7</b>
<b>7.</b>	<b>Voraussetzungen und Einschränkungen .....</b>	<b>7</b>

## 1. Zweck des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt die Option Serrations, welche zur Minderung der Schallemissionen eines Rotorblatts eingesetzt werden können.

## 2. Betriebsweise

### 2.1 Schall an Windenergieanlagen

Ein Großteil des von Windenergieanlagen erzeugten Lärms ist auf das Umströmungsgeräusch der Rotorblätter zurückzuführen. Dies entsteht vor allem im äußeren Bereich (hin zur Blattspitze) durch die dort vorherrschenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten. Es werden verschiedene Lärmentstehungsmechanismen unterschieden. Unter normalen Betriebsbedingungen kann der turbulente Hinterkantenschall (engl.: turbulent boundary-layer trailing-edge noise, TBL-TEN) als Hauptlärmquelle identifiziert werden.

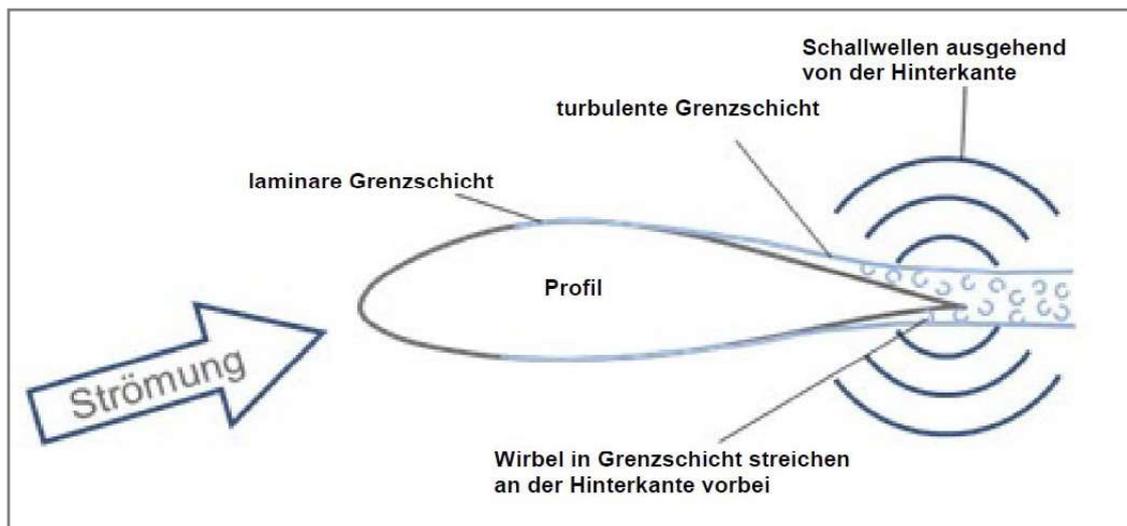


Abb. 1: Skizze zur Entstehung Hinterkantenschall am Rotorblattprofil

Die Viskosität der Luft führt bei der Umströmung des Rotorblatts zur Ausbildung einer fluiddynamischen Grenzschicht. Hierin wird die Strömungsgeschwindigkeit normal zur Oberfläche verlangsamt bis sie schließlich den Wert Null direkt an der Oberfläche erreicht. Man unterscheidet laminare (geordnete) und turbulente (verwirbelte) Grenzschichten. Betrachtet man den Querschnitt eines Rotorblatts, das sogenannte Profil, so bildet sich zunächst eine laminare Grenzschicht aus, welche im weiteren Verlauf in eine turbulente Grenzschicht umschlägt (siehe Abb. 1). Die turbulente Grenzschicht besteht aus einer Vielzahl kleiner Wirbel, welche in freier Strömung eine sehr ineffektive Schallquelle darstellen. Interagieren diese Wirbel jedoch mit einer Kante, wie zum Beispiel der Hinterkante des Profils, werden sie durch den schlagartigen Übergang von der wandgebundenen zur freien Strömung zu einer sehr effektiven Schallquelle. Es entsteht eine dipolartige Schallquelle an der Hinterkante des Profils.

## 2.2 Lärminderung durch Serrations

Serrations ersetzen den gradlinigen Verlauf der Hinterkante des Rotorblatts durch eine gezackte Linie, siehe Abb. 2. Dieser Verlauf führt dazu, dass der Übergang auf die freie Außenströmung der in der Grenzschicht vorhandenen Wirbel an der Hinterkante nicht mehr schlagartig sondern graduell, entlang der von den Serration-Zacken geformten neuen schrägen Hinterkante, erfolgt. Somit wird das Entstehungsprinzip des turbulenten Hinterkantenschalls beeinflusst und eine Lärminderung erzielt.

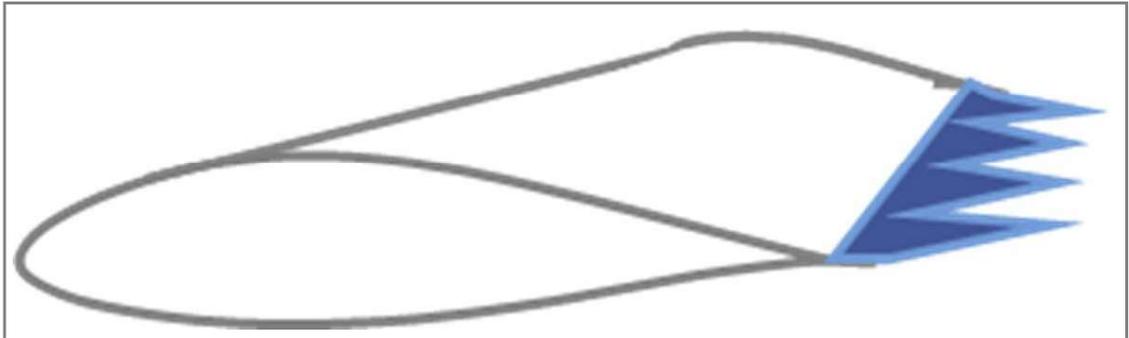


Abb. 2: *Prinzipskizze Serrations*

Entlang des Rotorblatts ist der Lärmreduktionseffekt am größten, wenn Serrations im äußeren Rotorblattbereich (etwa auf den letzten 25% der Rotorblattlänge) eingesetzt werden, wo aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten die größten Schallpegel entstehen.

## 3. Bestandteile

Die Option Serrations besteht aus mehreren gezackten lichtgrauen Bauteilen aus Kunststoff (siehe Abb. 3) mit einer Länge von 0,3 m bis max. 0,5 m.

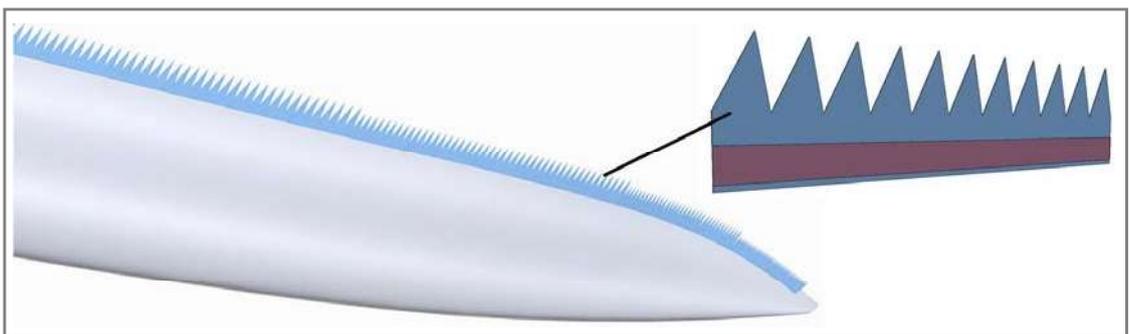


Abb. 3: *Blattspitze mit Serrations (Farbdarstellung der Serrations geändert)*

Die Serrations werden an der Hinterkante der Blätter befestigt. Die Serrations und deren Verbindung haben die gleiche Lebensdauer wie die Blätter.

## 4. Funktionen, Effekt

Durch die Serrations wird eine Reduktion des Schalleistungspegels der Wind-energieanlage über alle Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur Windenergieanlage ohne Serrations erreicht. Die genauen Details sind im Vorfeld mit Nordex abzustimmen und können projektspezifisch unterschiedlich ausfallen.

## 5. Weitere Merkmale

Die Serrations sind so ausgelegt, dass sie sich aerodynamisch neutral verhalten. Sie haben keinen Einfluss auf die strukturellen und aerodynamischen Eigenschaften der Rotorblätter. Leistungskurven, Leistungs- und Schubbeiwerte der Windenergieanlage bleiben unverändert.

## 6. Liefer- und Leistungsumfang

Alle Komponenten sind bereits an den Blättern angebracht. Eine gesonderte Inbetriebnahme ist nicht notwendig.

Die Wartung wird, bei einem entsprechenden Servicevertrag, von Nordex durchgeführt.

## 7. Voraussetzungen und Einschränkungen

Eine Nachrüstung bestehender Anlagen kann durchgeführt werden, ist aber mit Nordex abzustimmen.



## 4.7 Sonstige Emissionen

Im Kapitel 4.7. ist der gutachterlichen Berichte der Firma Kuntzsch eingefügt, welcher die Errichtung von 5 WEA bezüglich der Schattenwurfimmissionen betrachtet. Bei der vorliegenden worst case Betrachtung wurden für die WEA 1 - 3 und 5 kritische Zeiträume ermittelt, zu denen die WEA, im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften abzuschalten sind. Zu diesem Zweck werden die betroffenen WEA mit einem Schattenwurfmodul ausgestattet und bei NORDEXentsprechend der Immissionsrichtwerte parametrisiert, womit erhebliche Nachteile oder Belästigungen durch die Schattenwurfimmissionen ausgeschlossen werden können.

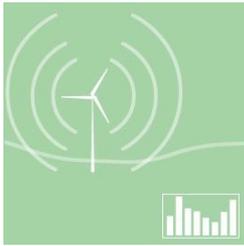
Anhänge:

### 4.7. Schattenwurfprognose

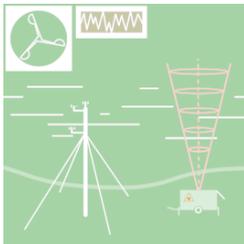
Anlagen:

- 4.7. Schattenwurfprognose.pdf

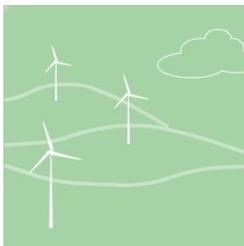
Schallprognose



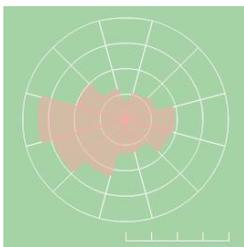
Windmessung



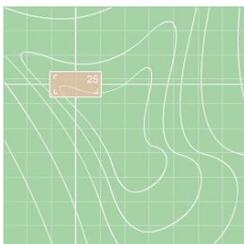
Visualisierung



Windgutachten



Windpotenzialstudie



# Schattenwurfprognose

**Standort:** Kleinhartmannsdorf – WEA 01...05

**Bundesland:** Sachsen

**Auftraggeber:** 3Energy Projekt GmbH & Co. KG  
Am Steinberg 7  
09603 Großschirma  
Tel.: 037328 / 898142

**Berichtsnummer:** S-IBK-5740424

**Datum:** 26.04.2024

**Auftragnehmer:** Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH  
Moritzburger Weg 67  
01109 Dresden  
Tel.: 0351/88507-1  
E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de  
Web: www.windgutachten.de



Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Dieser Bericht besteht einschließlich des Deckblatts aus 68 Seiten. Der Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigung und Weitergabe – auch auszugsweise – sind nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

## 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.....	12
<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	Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer .....	17
8.3	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	18
8.4	Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch).....	22
8.5	Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – tabellarisch) .....	33

## 1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird die Errichtung von fünf Windenergieanlagen am Standort Kleinhartmannsdorf bezüglich der Schattenwurfimmissionen betrachtet. Hierzu wurden an mehreren Gebäuden im Außenbereich sowie in den umliegenden Ortschaften Kleinhartmannsdorf und Gahlenz, 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 Immissionsrichtwerte kommt. Daher sind die geplanten Anlagen mit der Bezeichnung WEA 01...03 und WEA 05 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 Immissionsrichtwerte ausgeschlossen werden.

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



Bearbeiter: Dipl.-Ing. Barbara Schmidt  
Projektingenieurin



überprüft: M. Sc. Benjamin Hommel  
Projektingenieur

## 2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt am Standort die Errichtung von fünf Windenergieanlagen des Typs Nordex N163/6.X 7000 kW.

Mit Schreiben vom 08.02.2024 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, die vorliegende Schattenwurfprognose zu erstellen.

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.

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bestehen keine personellen, kapitalmäßigen oder verwandtschaftlichen Verflechtungen.

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

- Topographische Karten des Landesamts für Geobasisinformation Sachsen im Maßstab 1:25.000,
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der geplanten Windenergieanlagen (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 08.02.2024),
- Lageplan 1 : 8.000 mit Markierung der Anlagenstandorte (Stand: 05.02.2024; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 08.02.2024),
- Angaben zur Rotorblattgeometrie der verschiedenen Anlagentypen (Quelle: Herstellerangaben; "Allgemeine Dokumentation – Abmessungen Maschinenhaus und Rotorblätter", Dokumentennummer: E0004289528, Rev.06 vom 01.04.2021; E-Mail des Anlagenherstellers vom 10.10.2022),
- Daten der Standortbesichtigung durch den Auftragnehmer am 07.03.2024 (Fotos der 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].

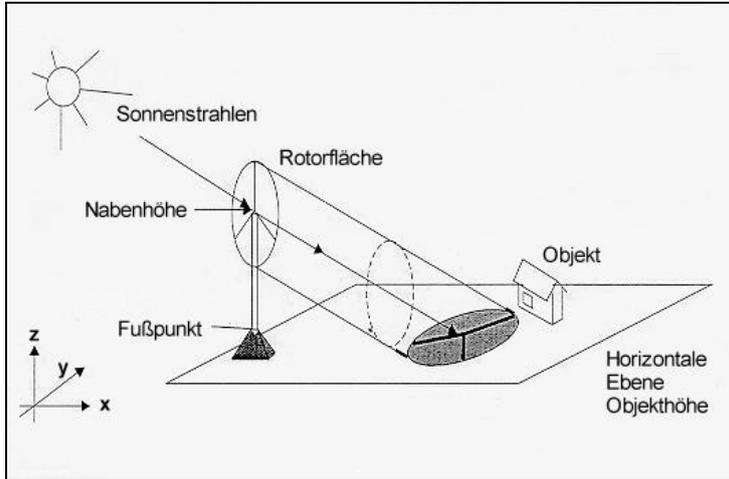
Kritische Bedingungen können insbesondere dann auftreten, wenn diese Immissionsorte bei niedrigem Sonnenstand in geringem Abstand hinter den Windenergieanlagen liegen.

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 Schattenwurzeporen können im Vergleich zu exakt vermessenen Koordinaten (z. B. mit einem DGPS) zu einer Verschiebung der Schattenwurfzeiten führen. Die Werte der Schattenwurfdauer können sich ebenfalls – 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 geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche nördlich der Ortschaft Eppendorf im Landkreis Mittelsachsen in Sachsen.

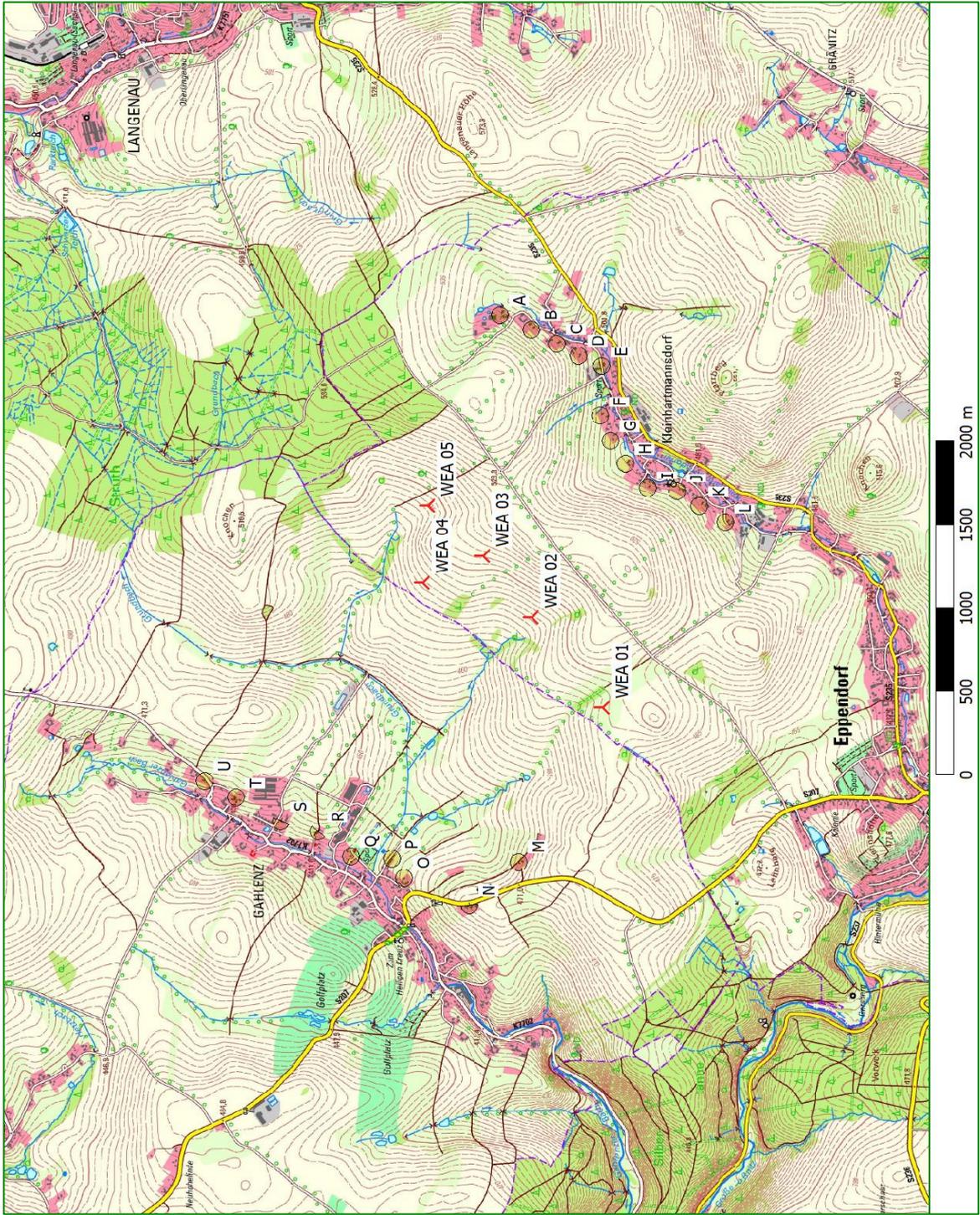
Im möglichen Einwirkungsbereich der Schattenwurfimmissionen der geplanten Windenergieanlagen befinden sich die Ortschaften Kleinhartmannsdorf und Gahlenz sowie mehrere Einzelgebäude im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 07.03.2024 sowie der vorliegenden Unterlagen. Den Windenergieanlagen zugewandte Fronten der relevanten Gebäude wurden im Modell exemplarisch als Schattenwurfrezeptoren definiert; die Ausdehnung der betrachteten Rezeptoren beträgt jeweils  $1 \times 1 \text{ m}^2$  (beispielhaft für ein Fenster) mit Ausrichtung zu den Windenergieanlagen. Sind an einem Gebäude Fenster sowohl im Erd- als auch im Obergeschoss vorhanden, wird das Fenster als Immissionsort definiert, an dem die höhere Schattenwurfimmission auftritt.

In der Ortschaft Eppendorf ist aufgrund ihrer Lage südlich der geplanten Standorte kein Schattenwurf durch die Windenergieanlagen zu erwarten (siehe Anlage 8.1). Aus diesem Grund wurden in dieser Ortschaft keine Immissionsorte definiert.

An den Immissionsorten A...M, O...Q, T und U besteht die Möglichkeit von Schattenwurfimmissionen durch unterschiedliche Windenergieanlagen an jeweils aneinandergrenzenden Seiten des Hauses. Da nach Feststellung der örtlichen Gegebenheiten davon auszugehen ist, dass die jeweiligen Fensterfronten denselben schutzwürdigen Räumen zuzuordnen sind, wurde an diesen Immissionsorten je ein Schattenwurfrezeptor im sog. „Gewächshausmodus“ definiert, sodass sich die Schattenwurfimmissionen aus verschiedenen Richtungen kumulieren.

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

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind im nachfolgenden Lageplan gekennzeichnet. Die Datengrundlage für die Bezeichnungen und Positionen der Windenergieanlagen ist dem Abschnitt 2 zu entnehmen.



Lageplan mit Positionen der geplanten WEA (rote Symbole) und der Immissionsorte (A...U)

## 5.2 Technische Daten der Windenergieanlagen

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

Anlagenstatus		Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Mittlere Blatttiefe [m]
Zusatzbelastung	geplant	WEA 01...05	Nordex N163/6.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)

## 6 Berechnungsergebnisse

### 6.1 Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren

Die Berechnungsergebnisse für die insgesamt 21 Immissionsorte gehen aus der folgenden Tabelle hervor. In dieser sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise verzeichnet. Auftretende Überschreitungen der Richtwerte sind in der folgenden Tabelle grau hinterlegt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107	40:47	32
B Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a	65:10	33
C Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97	49:02	29
D Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91	57:14	40
E Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54	32:22	29
F Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81	28:08	30
G Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 63	52:38	35
H Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55	34:24	33
I Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5	15:19	29
J Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	18:21	28
K Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33	34:50	30
L Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 17	9:18	21
M Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1	43:46	35
N Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14	21:10	27
O Gahlenz, Hähnerhofweg 4a	34:04	26
P Gahlenz, Neubastraße 14	41:28	26
Q Gahlenz, Am Sportplatz 9	12:08	22
R Gahlenz, Gahlenzer Straße 106	9:15	23
S Gahlenz, Siedlungsweg 10	9:41	23
T Gahlenz, Zettelsteig 6	12:37	23
U Gahlenz, Gahlenzer Straße 135	21:54	23

Tabelle 2: Schattenwurfimmissionen – Gesamtbelastung

Nähere Angaben sind dem Berechnungsbericht der Prognosesoftware im Anhang 8.3 zu entnehmen.

Da eine Vorbelastung (z.B. durch vorhandene WEA) nicht vorliegt, entspricht die von den geplanten WEA ausgehende Zusatzbelastung der Gesamtbelastung.

## 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 genannten 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.

Die Immissionswerte der **Gesamtbelastung** unterschreiten an den Immissionsorten F, I, J, L, N und Q...U beide Immissionsrichtwerte bzw. erreichen diese genau. An den Immissionsorten C, E, K, O und P kommt es zur Überschreitung des Immissionsrichtwerts für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer. An den Immissionsorten A, B, D, G, H und M kommt es zu Überschreitungen beider Richtwerte.

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

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

Immissionsort	Zeitraum der Beschattung	Verursachende WEA
A Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107	Abendstunden März bis Mai und Juli bis September	WEA 03...05
B Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a	Abendstunden März bis September	WEA 02...05
C Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97	Abendstunden März bis September	WEA 02...04
D Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91	Abendstunden April bis September	
E Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54	Abendstunden April bis August	WEA 02, WEA 03
F Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81	Nachmittags- und Abendstunden März bis Mai und Juli bis September	WEA 01, WEA 02
G Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 63	Nachmittags- und Abendstunden März bis September	
H Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55	Abendstunden April bis September	
I Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5	Abendstunden April, Mai und August	WEA 01
J Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	Abendstunden April, Mai, Juli und August	
K Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33	Abendstunden Mai bis August	
L Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 17	Abendstunden Juni, Juli	

Immissionsort		Zeitraum der Beschattung	Verursachende WEA
M	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1	Morgenstunden Februar bis Mai und Juli bis Oktober	WEA 01, WEA 02, WEA 04
N	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14	Morgenstunden Februar, März und September bis November	WEA 01, WEA 02
O	Gahlenz, Hähnerhofweg 4a	Morgenstunden Oktober bis März	
P	Gahlenz, Neubaustraße 14	Morgenstunden September bis April	WEA 01, WEA 02, WEA 04
Q	Gahlenz, Am Sportplatz 9	Morgenstunden Januar, März, September, Oktober und Dezember	WEA 01, WEA 04
R	Gahlenz, Gahlenzer Straße 106	Morgenstunden Februar, März und Oktober	WEA 04
S	Gahlenz, Siedlungsweg 10	Morgenstunden Februar, Oktober und November	
T	Gahlenz, Zettelsteig 6	Morgenstunden Januar, Februar und November	
U	Gahlenz, Gahlenzer Straße 135	Morgenstunden November bis Januar	

Tabelle 3: Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA

Da es an mehreren Immissionsorten zur Überschreitung des Immissionsrichtwerts bezüglich der kumulierten jährlichen und/oder maximalen täglichen Schattenwurfdauer kommt, sollte die Einhaltung der Immissionsrichtwerte 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.

Um die Einhaltung der Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten A...E, G, H, K, M, O und P sicher gewährleisten zu können, sind **die geplanten Anlagen mit der Bezeichnung WEA 01, WEA 02, WEA 03 und WEA 05 mit einer solchen Abschalteinrichtung auszustatten**. Dies verdeutlichen die in der Tabelle 4 dargestellten Berechnungsergebnisse.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Die in Tabelle 4 zusammengestellten Berechnungsergebnisse dokumentieren nicht den Zustand unter den Bedingungen der vorgeschlagenen Installation von Schattenwurfabschaltmodulen, sondern die Dauer der Schattenwurfperioden, die auf die nicht mit Abschaltmodulen auszustattenden Anlagen zurückzuführen sind. Sie dienen somit dem Nachweis, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen das gewünschte Ziel erreichen können.

Immissionsort	jährliche Schattenwurf- dauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107	8:04	23
B Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a	11:06	24
C Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97	22:53	25
D Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91	13:23	22
E Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54	0:00	0
G Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55	0:00	0
H Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5	0:00	0
K Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 17	0:00	0
M Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14	11:31	22
O Gahlenz, Neubaustraße 14	0:00	0
P Gahlenz, Am Sportplatz 9	8:18	22

Tabelle 4: Schattenwurfimmissionen – **Gesamtbelastung** für ausgewählte Immissionsorte – ohne geplante WEA 01...03 und WEA 05

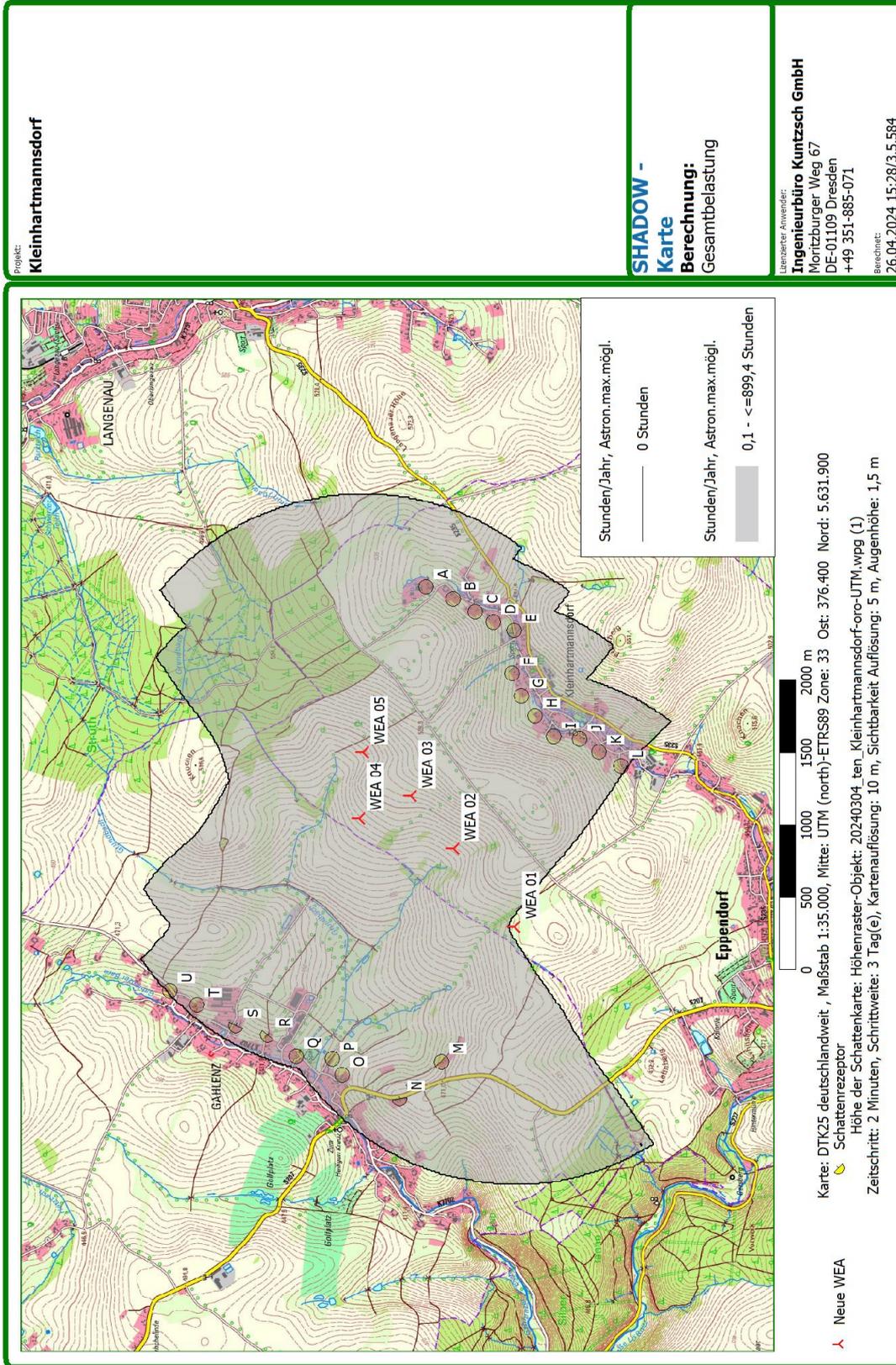
Durch den Anlagenbetreiber ist sicherzustellen, dass bei Einsatz dieser hier beschriebenen technischen Abschaltvorrichtungen sowohl die einprogrammierten Positionen der Windenergieanlagen als auch sämtlicher kritischer Immissionsorte mit möglicher Überschreitung von Immissionsrichtwert mit der Realität 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 01...03 und WEA 05 sind die zu installierenden Schattenwurfabschaltmodule so zu parametrieren, dass es nicht zur Überschreitung der Immissionsrichtwerte kommt.

## 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.

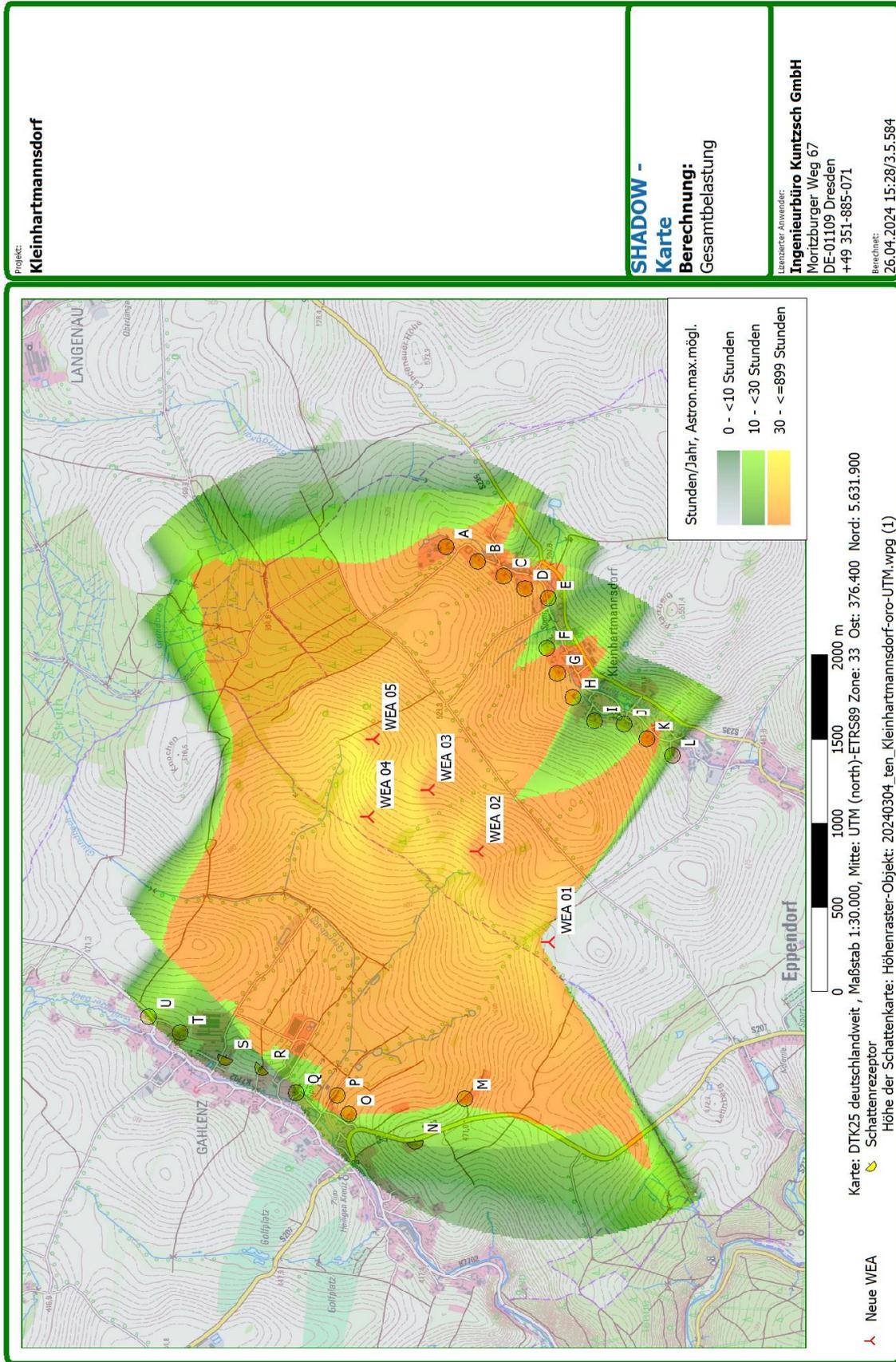
# 8 Anhang

## 8.1 Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen



windPRO 3.5.584 by EMD International AG, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, windpro@emd.dk

## 8.2 Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer



### 8.3 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Gesamtbelastung:

**Projekt:**  
**Kleinhartmannsdorf**

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

**Berechnet:**  
26.04.2024 15:28/3.5.584

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

**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

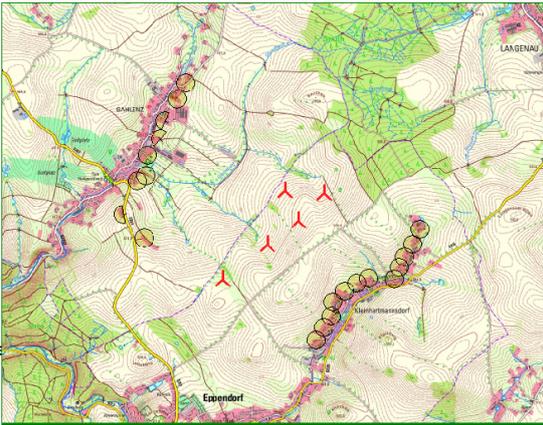
Beschattungsbereich der WEA  
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont: 3 °  
Tage zwischen Berechnungen: 1 Tag(e)  
Berechnungszeitsprung: 1 Minuten

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

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:  
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20240304\_ten\_Kleinhartmannsdorf  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33



Maßstab 1:75.000

▲ Neue WEA      ● Schattenrezeptor

	WEA-Typ			Schattendaten								
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotordurchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Beschatt.-Bereich [m]	U/min
WEA 01	375.704	5.631.088	493,1	WEA 01	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 02	376.247	5.631.509	486,6	WEA 02	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 03	376.615	5.631.801	505,6	WEA 03	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 04	376.456	5.632.159	486,9	WEA 04	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 05	376.919	5.632.131	494,8	WEA 05	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	1.784	11,3

**Schattenrezeptor-Eingabe**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite [m]	Höhe [m]	Höhe ü.Gr. [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
A	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107	378.069	5.631.695	521,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a	377.982	5.631.509	516,8	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97	377.895	5.631.356	511,9	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91	377.823	5.631.230	503,6	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54	377.762	5.631.090	496,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81	377.464	5.631.101	489,8	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 63	377.311	5.631.038	484,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55	377.172	5.630.947	480,4	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5	377.027	5.630.815	484,6	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	377.010	5.630.639	480,9	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33	376.922	5.630.505	476,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 17	376.823	5.630.352	469,9	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1	374.770	5.631.586	463,3	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14	374.514	5.631.879	466,1	1,0	1,0	1,0		90,0	Feste Richtung	2,0
O	Gahlenz, Hähnerhofweg 4a	374.679	5.632.273	441,7	1,0	1,0	1,0	-101,8	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	Gahlenz, Neubaustraße 14	374.791	5.632.343	435,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	Gahlenz, Am Sportplatz 9	374.806	5.632.590	432,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	Gahlenz, Gahlenzer Straße 106	374.957	5.632.787	443,0	1,0	1,0	1,0	-47,7	90,0	Feste Richtung	2,0
S	Gahlenz, Siedlungsweg 10	375.020	5.633.007	443,0	1,0	1,0	1,0	-66,5	90,0	Feste Richtung	2,0
T	Gahlenz, Zettelsteig 6	375.163	5.633.275	451,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	Gahlenz, Gahlenzer Straße 135	375.261	5.633.462	453,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

windPRO 3.5.584 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, windpro@emd.dk

26.04.2024 15:35 / 1

Ö • c || ä æ { K G E E G A X ^ | • q } K A O • c || ö ä u Ö S a F G E ä i  
Schattenwurfprognose – Kleinhartmannsdorf (S-IBK-5740424)

Seite 18 von 68

59/135

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107	40:47	112	0:32
B	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a	65:10	170	0:33
C	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97	49:02	144	0:29
D	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91	57:14	122	0:40
E	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54	32:22	90	0:29
F	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81	28:08	80	0:30
G	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 63	52:38	124	0:35
H	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55	34:24	85	0:33
I	Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5	15:19	42	0:29
J	Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	18:21	50	0:28
K	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33	34:50	85	0:30
L	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 17	9:18	33	0:21
M	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1	43:46	122	0:35
N	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14	21:10	67	0:27
O	Gahlenz, Hähnerhofweg 4a	34:04	106	0:26
P	Gahlenz, Neubaustraße 14	41:28	122	0:26
Q	Gahlenz, Am Sportplatz 9	12:08	50	0:22
R	Gahlenz, Gahlenzer Straße 106	9:15	31	0:23
S	Gahlenz, Siedlungsweg 10	9:41	32	0:23
T	Gahlenz, Zettelsteig 6	12:37	42	0:23
U	Gahlenz, Gahlenzer Straße 135	21:54	70	0:23

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 01	WEA 01	182:15
WEA 02	WEA 02	140:27
WEA 03	WEA 03	96:32
WEA 04	WEA 04	134:52
WEA 05	WEA 05	57:23

*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.*

Gesamtbelastung – ohne WEA 01...03 und WEA 05:

<b>Projekt:</b> Kleinhartmannsdorf	<b>Beschreibung:</b> Die vorliegende Berechnung dient dem Nachweis, dass Überschreitungen der Immissionsrichtwerte durch technische Maßnahmen an den Anlagen WEA 01, WEA 02, WEA 03 und WEA 05 vermieden werden können. Diese Anlagen wurden hierzu bei der Berechnung nicht berücksichtigt.	<b>Lizenzierter Anwender:</b> Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		<b>Berechnet:</b> 26.04.2024 15:39/3.5.584

**SHADOW - Hauptergebnis**

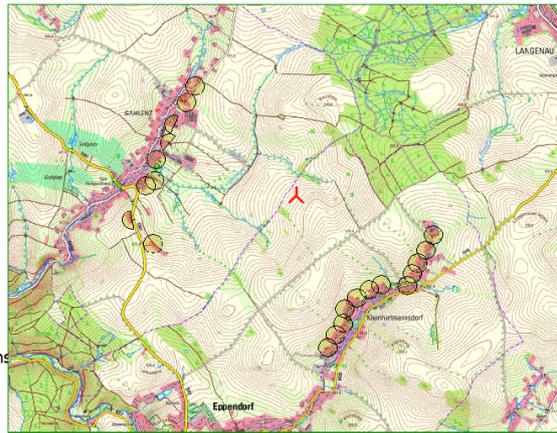
**Berechnung:** Gesamtbelastung - ohne WEA 01...03 und WEA 05

**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

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: 20240304\_ten\_Kleinhartmannsdorf  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:75.000  
▲ Neue WEA      ● Schattenrezeptor

Alle Koordinatangaben in:  
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

**WEA**

	Ost		Nord		Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
	[m]	[m]	[m]	[m]			Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
WEA 04	376.456	5.632.159	486,9	WEA 04	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	1.784	11,3		

**Schattenrezeptor-Eingabe**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
A	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107	378.069	5.631.695	521,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a	377.982	5.631.509	516,8	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97	377.895	5.631.356	511,9	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91	377.823	5.631.230	503,6	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54	377.762	5.631.090	496,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81	377.464	5.631.101	489,8	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 63	377.311	5.631.038	484,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55	377.172	5.630.947	480,4	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5	377.027	5.630.815	484,6	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	377.010	5.630.639	480,9	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33	376.922	5.630.505	476,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 17	376.823	5.630.352	469,9	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1	374.770	5.631.586	463,3	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14	374.514	5.631.879	466,1	1,0	1,0	1,0	-101,8	90,0	Feste Richtung	2,0
O	Gahlenz, Hähnerhofweg 4a	374.679	5.632.273	441,7	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	Gahlenz, Neubaustraße 14	374.791	5.632.343	435,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	Gahlenz, Am Sportplatz 9	374.806	5.632.590	432,1	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	Gahlenz, Gahlenzer Straße 106	374.957	5.632.787	443,0	1,0	1,0	1,0	-47,7	90,0	Feste Richtung	2,0
S	Gahlenz, Siedlungsweg 10	375.020	5.633.007	443,0	1,0	1,0	1,0	-66,5	90,0	Feste Richtung	2,0
T	Gahlenz, Zettelsteig 6	375.163	5.633.275	451,0	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
U	Gahlenz, Gahlenzer Straße 135	375.261	5.633.462	453,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

**Berechnungsergebnisse**

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107	8:04	32	0:23
B	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a	11:06	41	0:24

(Fortsetzung nächste Seite)...

<b>Projekt:</b> <b>Kleinhartmannsdorf</b>	<b>Beschreibung:</b> Die vorliegende Berechnung dient dem Nachweis, dass Überschreitungen der Immissionsrichtwerte durch technische Maßnahmen an den Anlagen WEA 01, WEA 02, WEA 03 und WEA 05 vermieden werden können. Diese Anlagen wurden hierzu bei der Berechnung nicht berücksichtigt.	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		<b>Berechnet:</b> 26.04.2024 15:39/3.5.584

**SHADOW - Hauptergebnis**  
**Berechnung:** Gesamtbelastung - ohne WEA 01...03 und WEA 05

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
C	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97	22:53	79	0:25
D	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91	13:23	49	0:22
E	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54	0:00	0	0:00
F	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81	0:00	0	0:00
G	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 63	0:00	0	0:00
H	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55	0:00	0	0:00
I	Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5	0:00	0	0:00
J	Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1	0:00	0	0:00
K	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33	0:00	0	0:00
L	Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 17	0:00	0	0:00
M	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1	11:31	41	0:22
N	Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14	0:00	0	0:00
O	Gahlenz, Hähnerhofweg 4a	0:00	0	0:00
P	Gahlenz, Neubaustraße 14	8:18	29	0:22
Q	Gahlenz, Am Sportplatz 9	8:02	28	0:22
R	Gahlenz, Gahlenzer Straße 106	9:15	31	0:23
S	Gahlenz, Siedlungsweg 10	9:41	32	0:23
T	Gahlenz, Zettelsteig 6	12:37	42	0:23
U	Gahlenz, Gahlenzer Straße 135	21:54	70	0:23

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
WEA 04	WEA 04	134:52

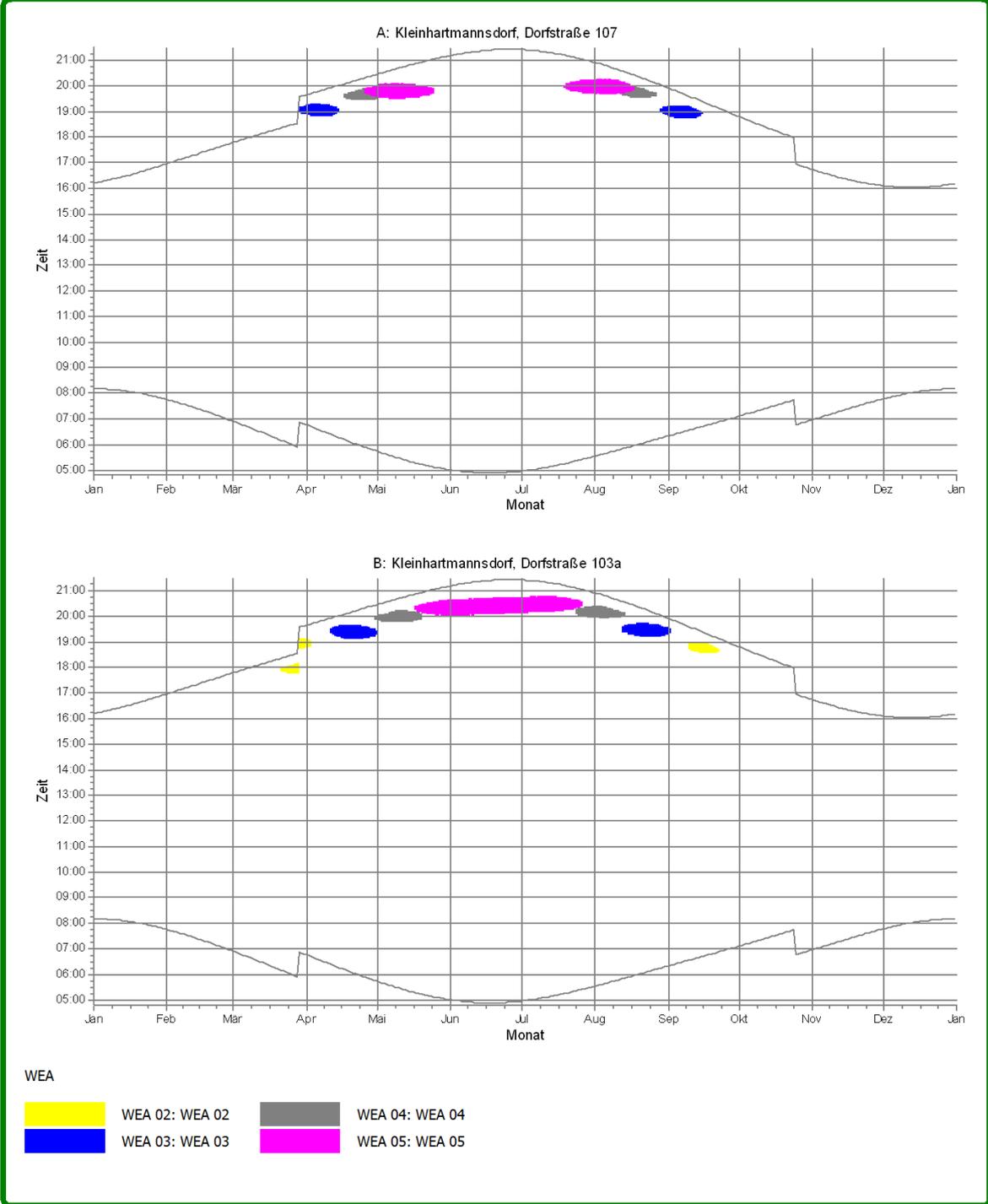
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

## 8.4 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch)

<b>Projekt:</b> <b>Kleinhartmannsdorf</b>	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071  <b>Berechnet:</b> 26.04.2024 15:28/3.5.584
--	--

### SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

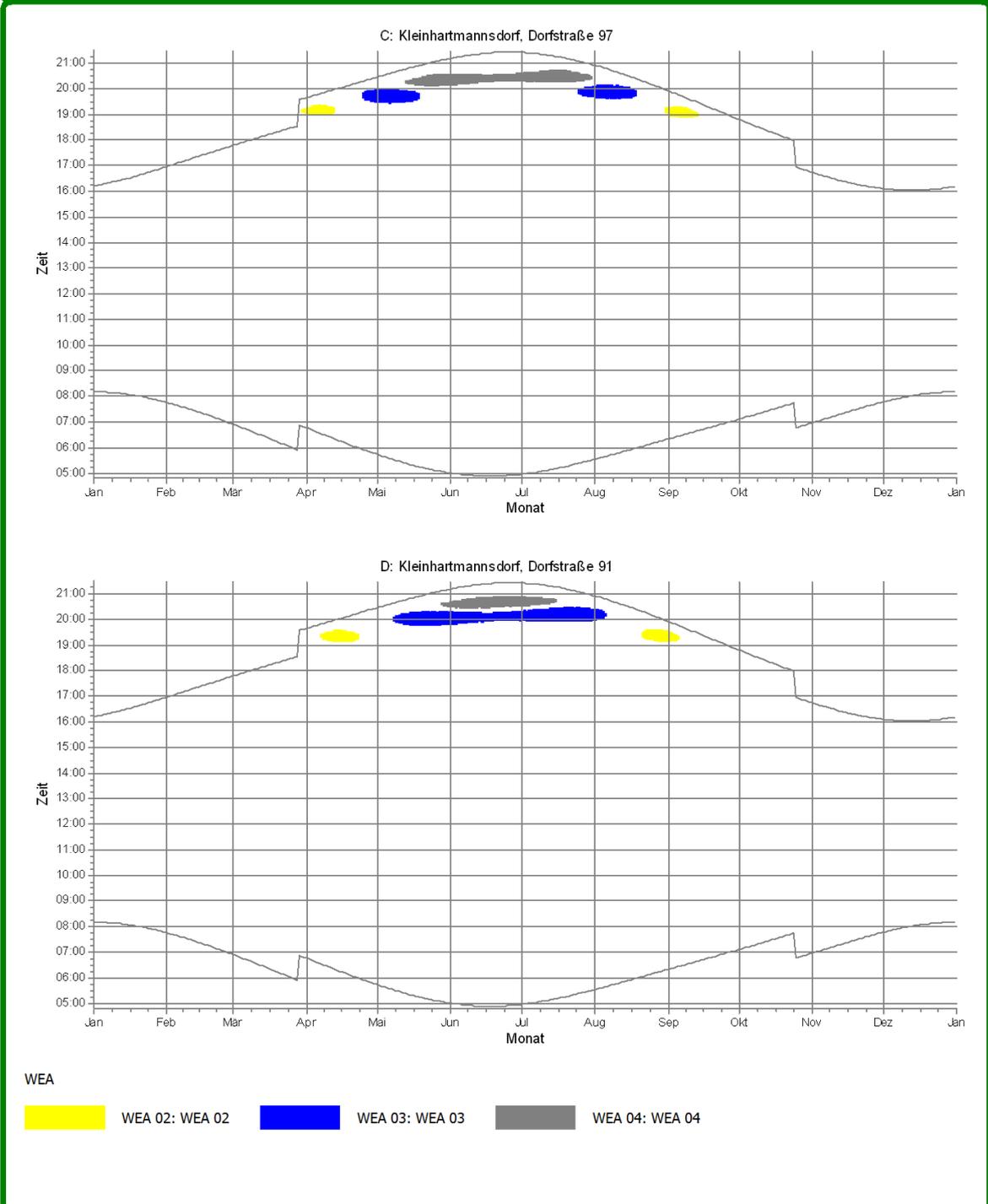
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

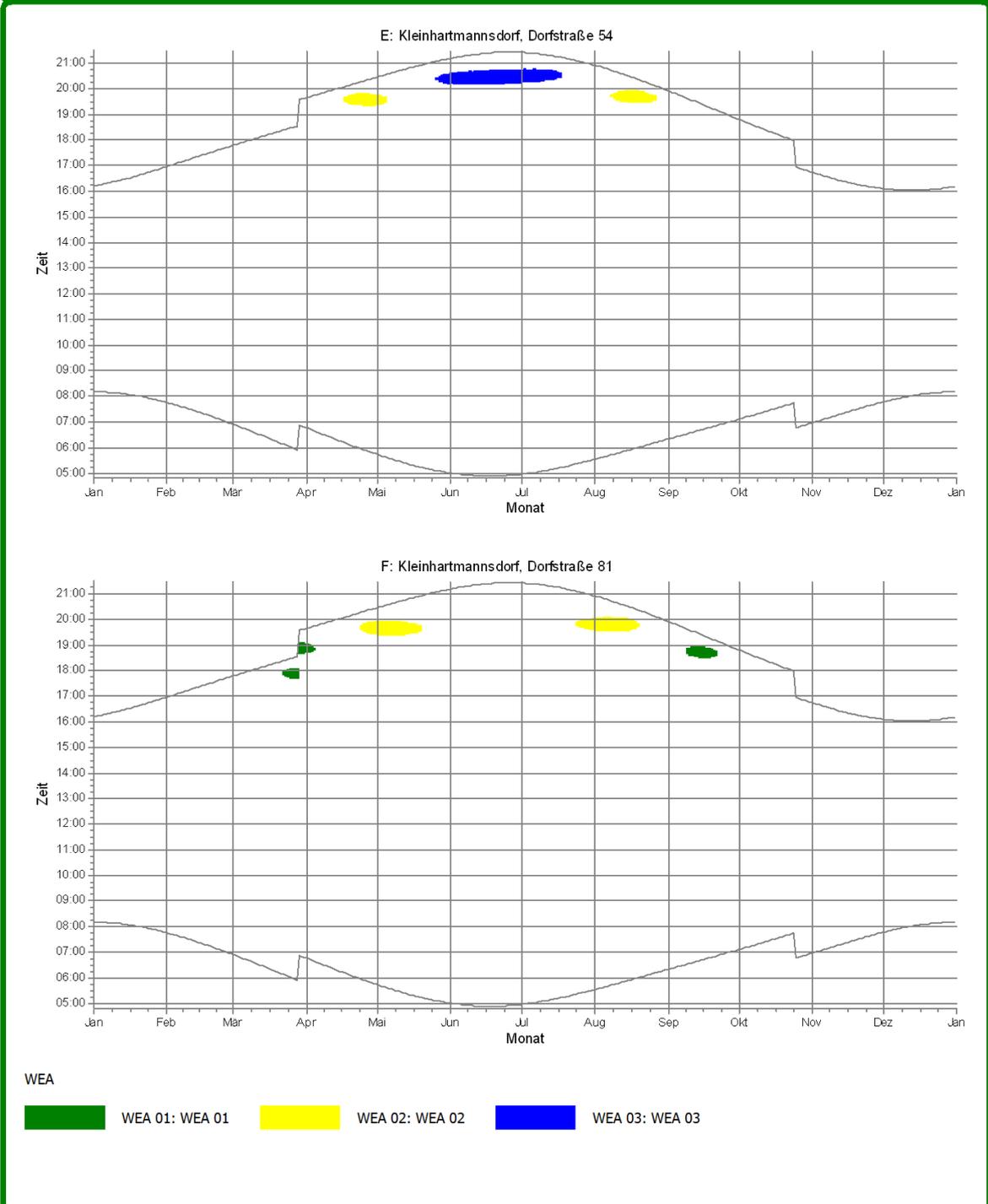
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

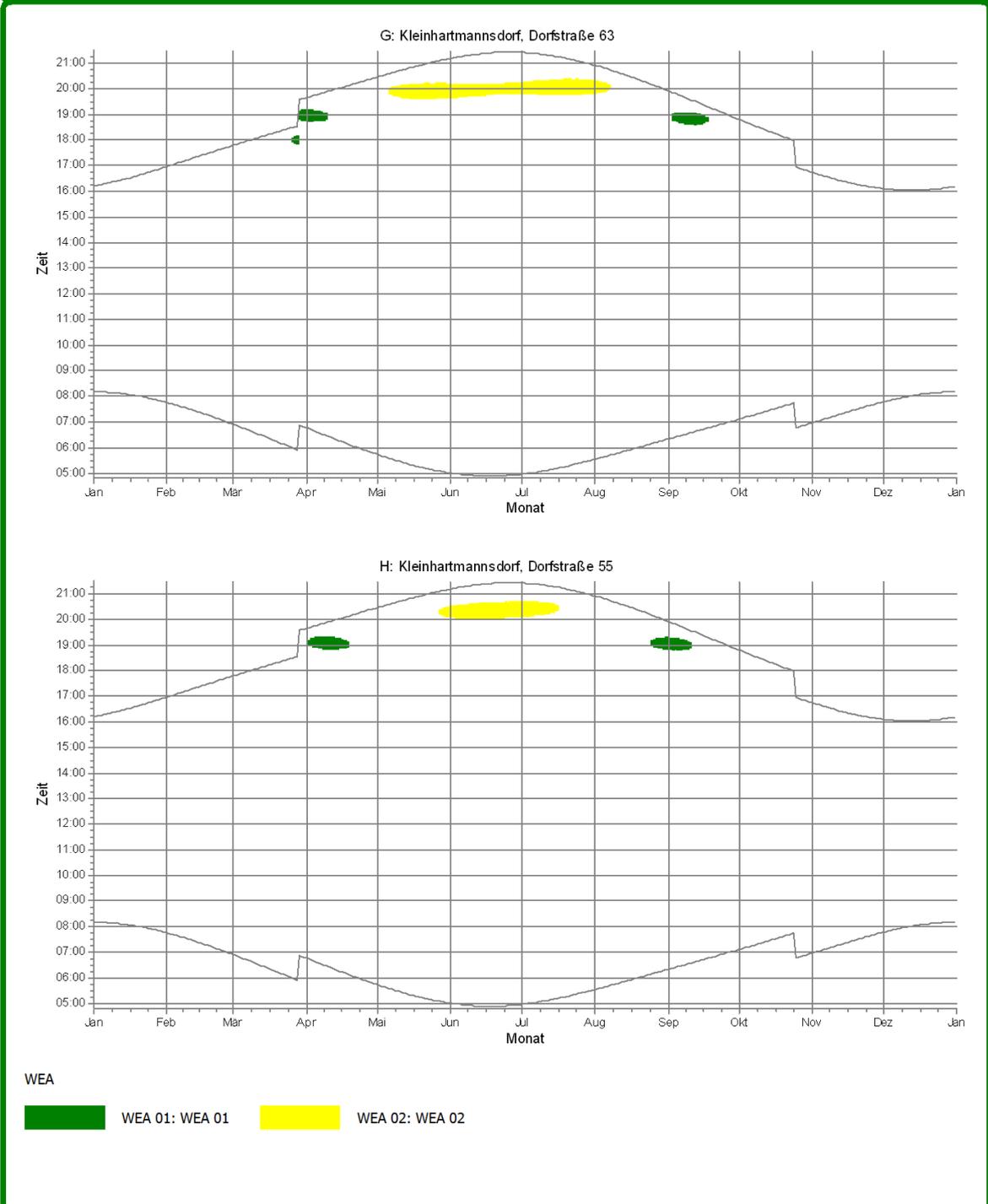
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

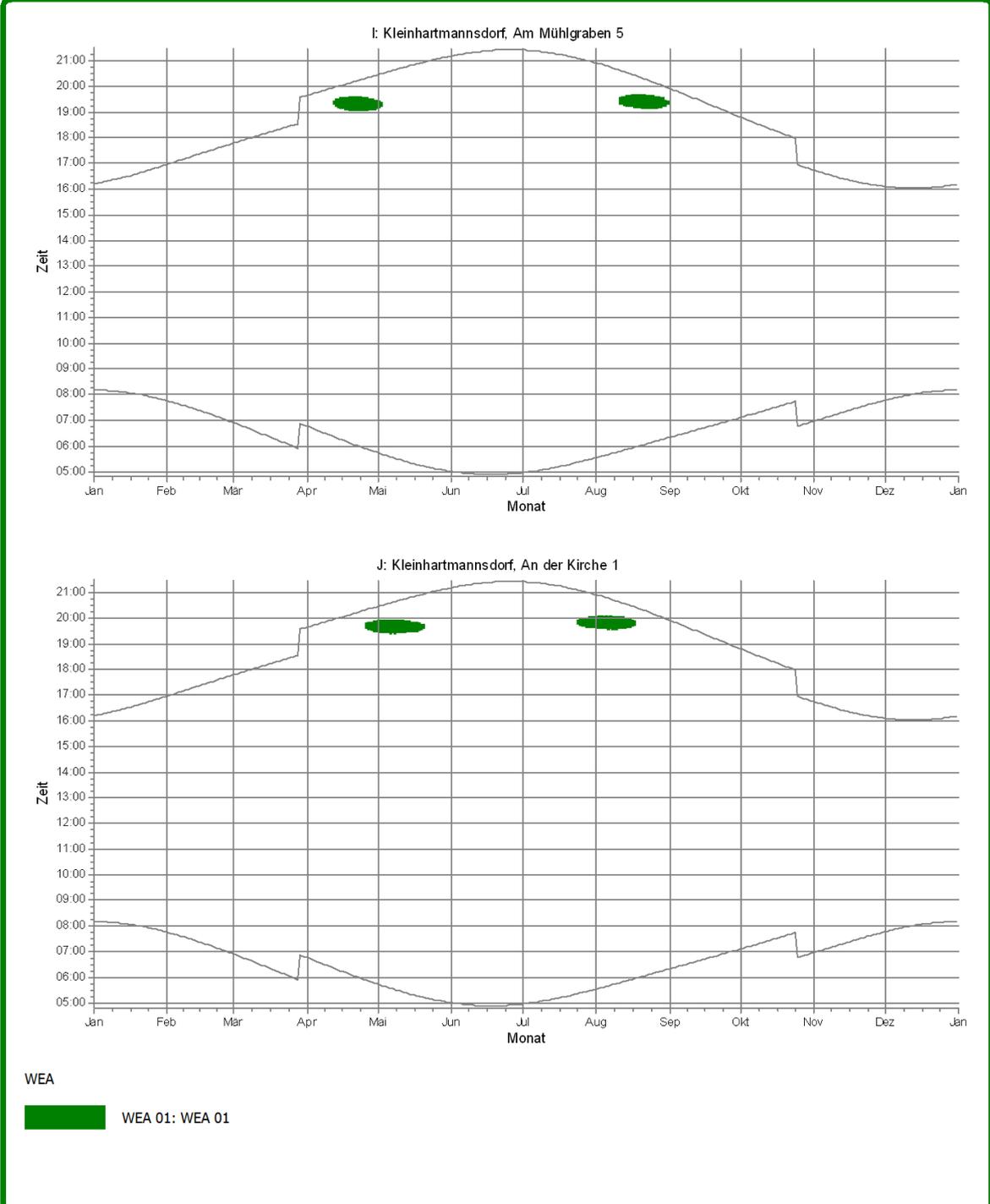
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

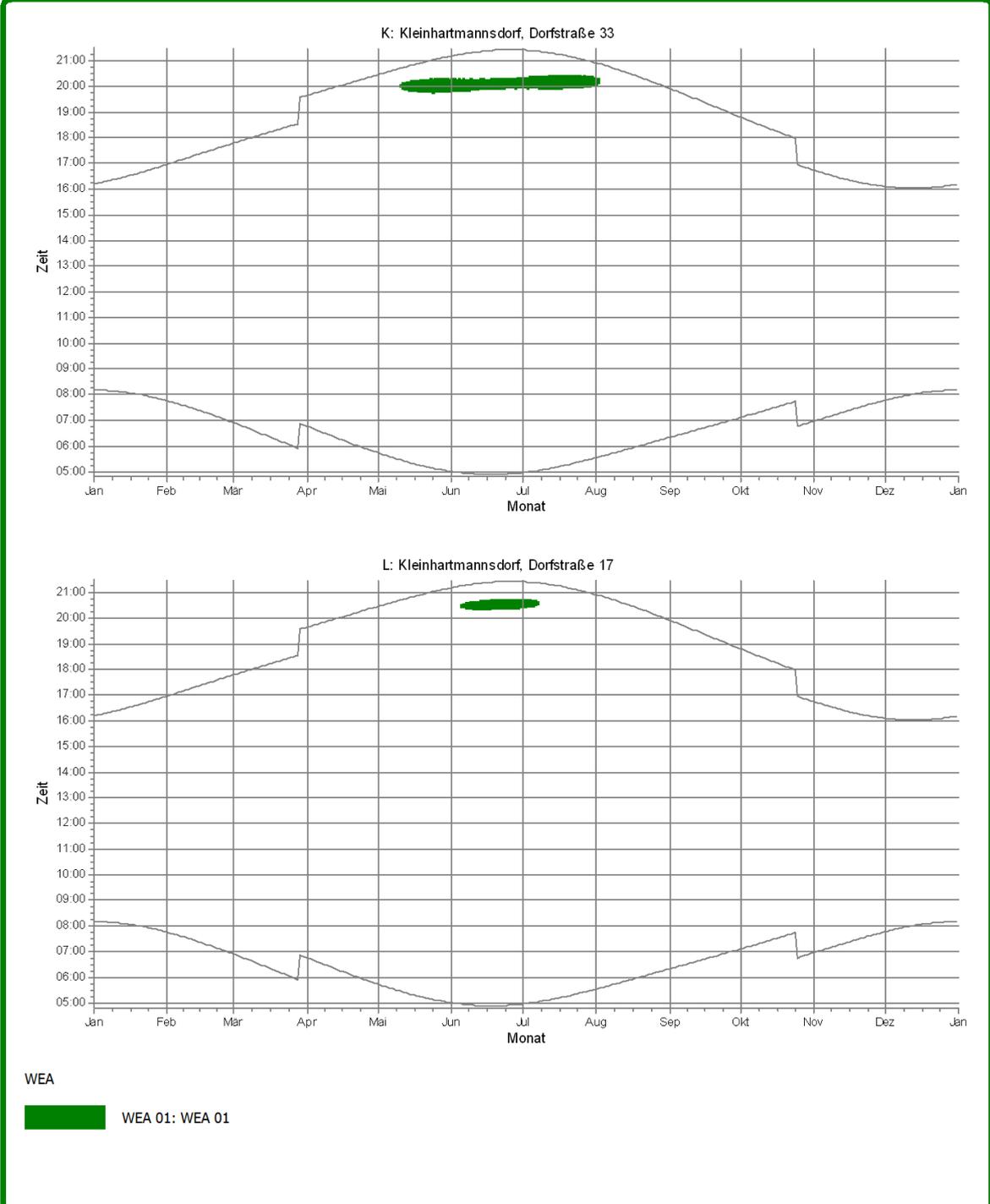
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

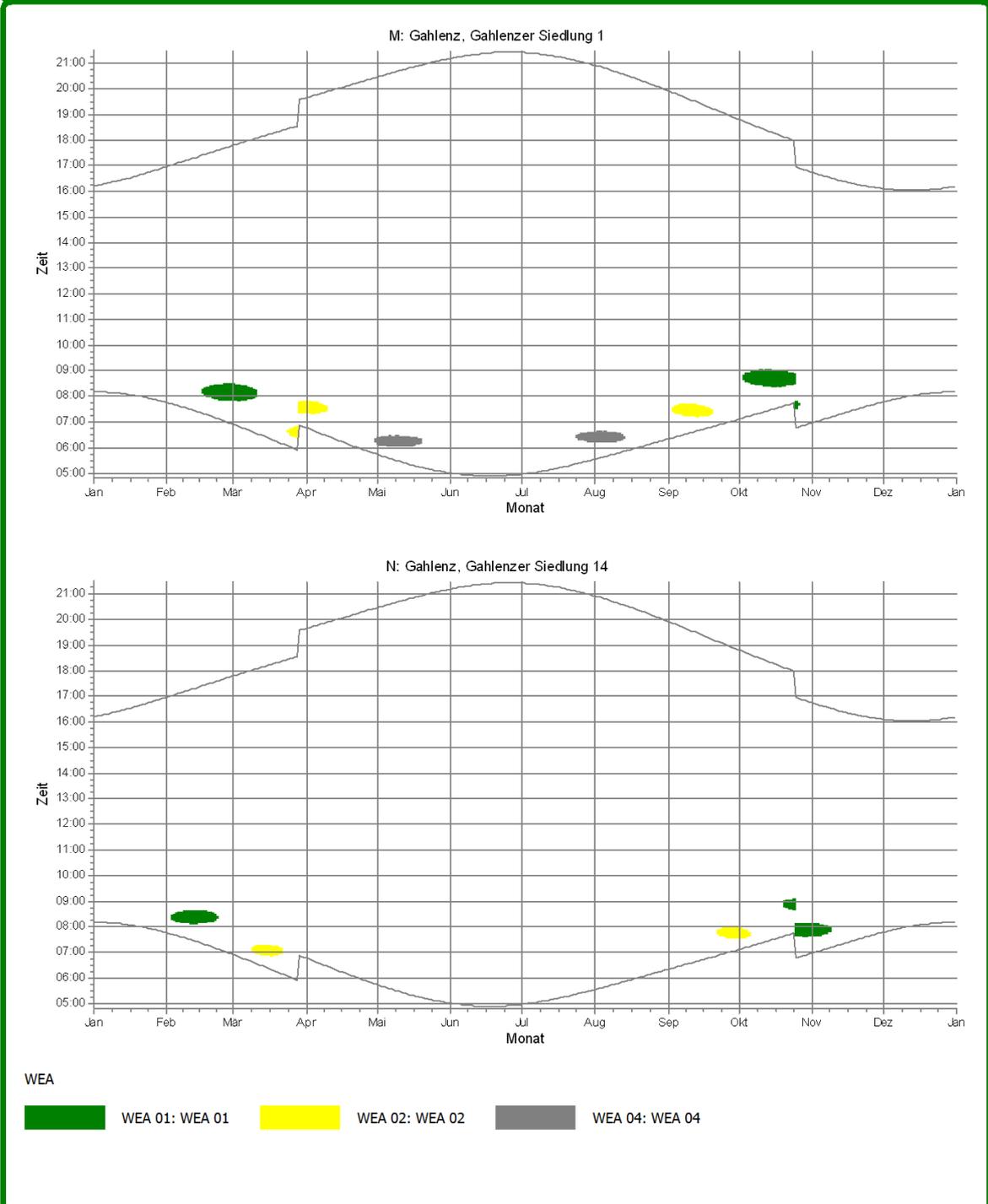
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

**SHADOW - Grafischer Kalender**

**Berechnung:** Gesamtbelastung



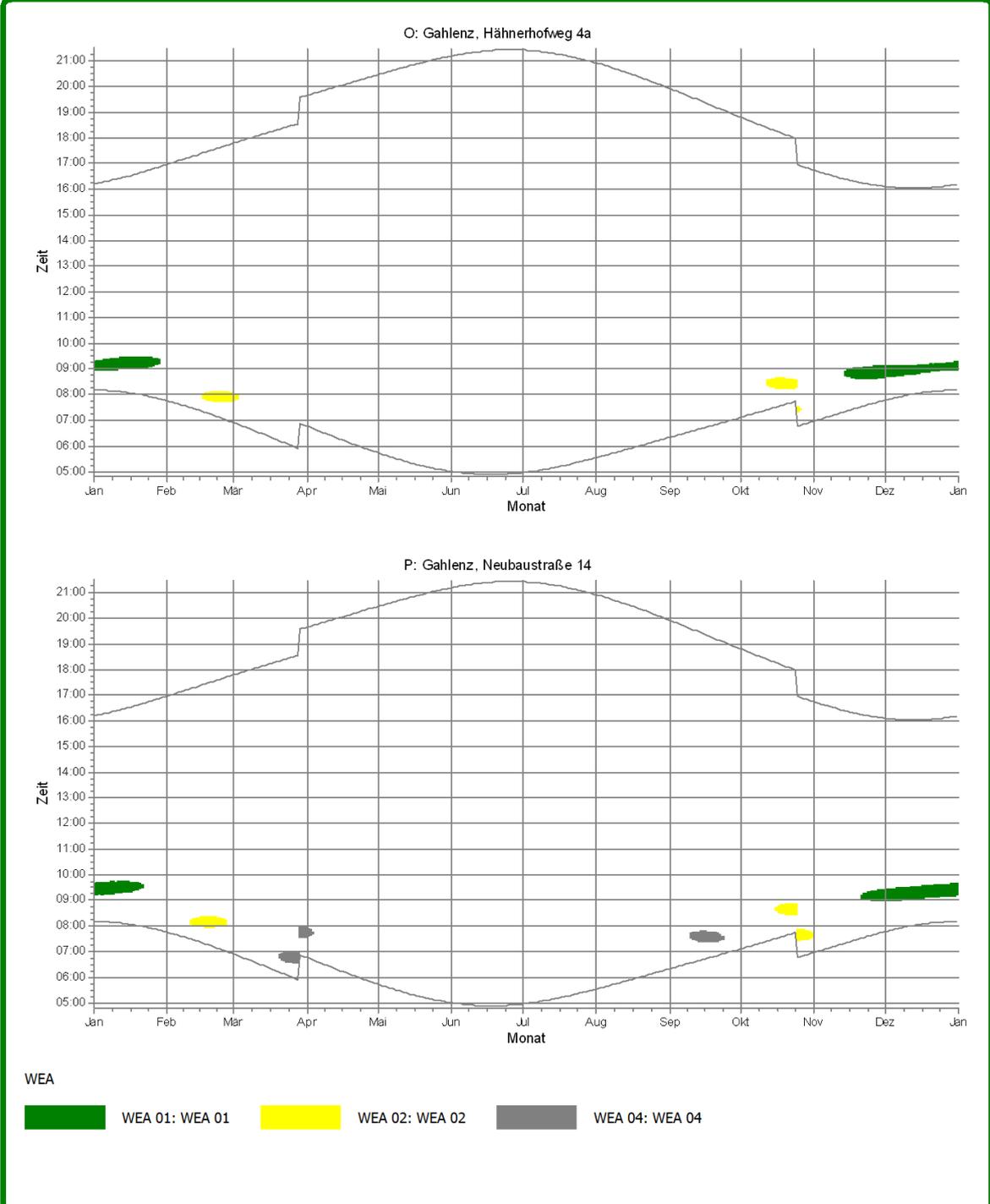
Projekt:  
**Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet:  
26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



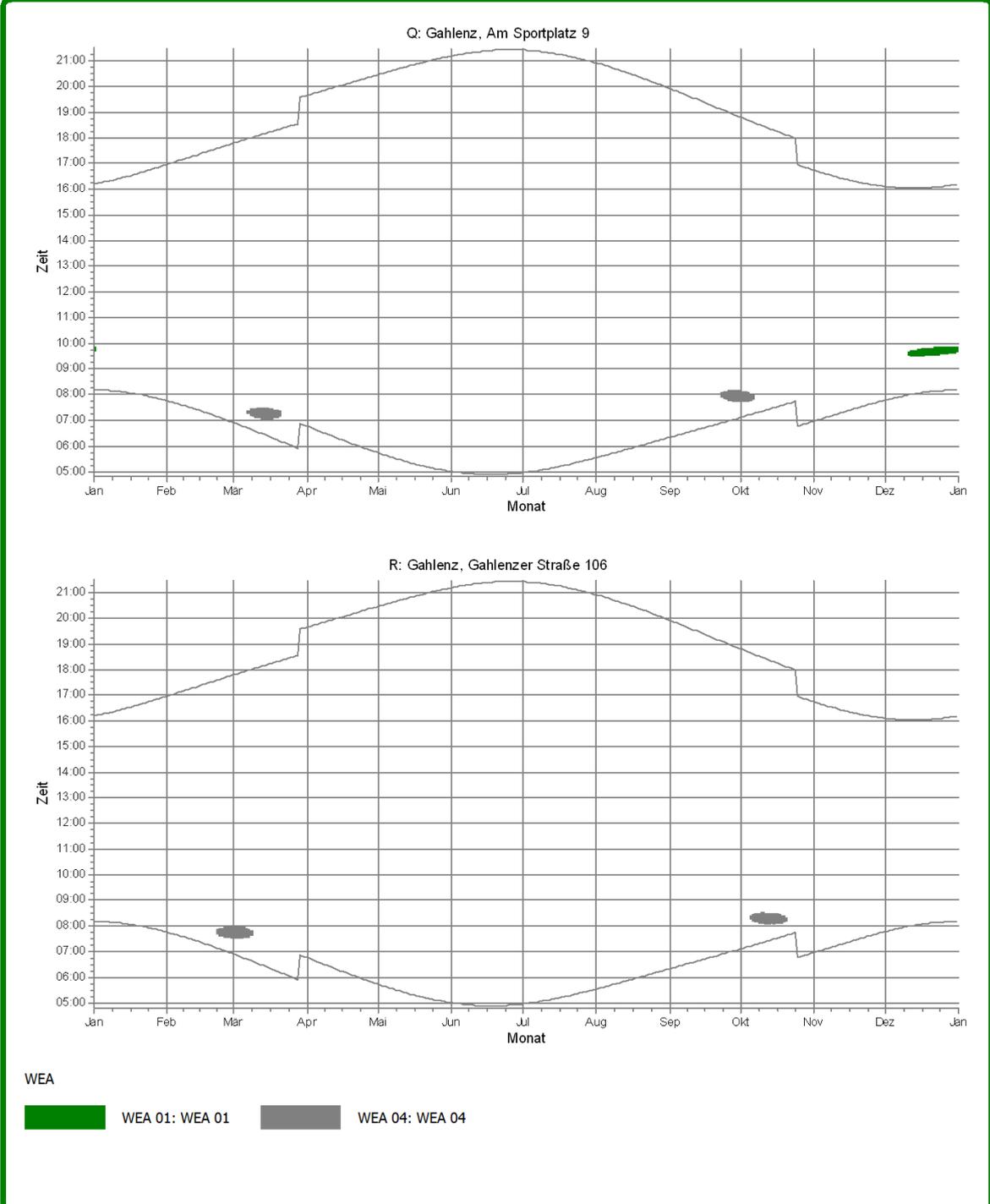
Projekt:  
**Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet:  
26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

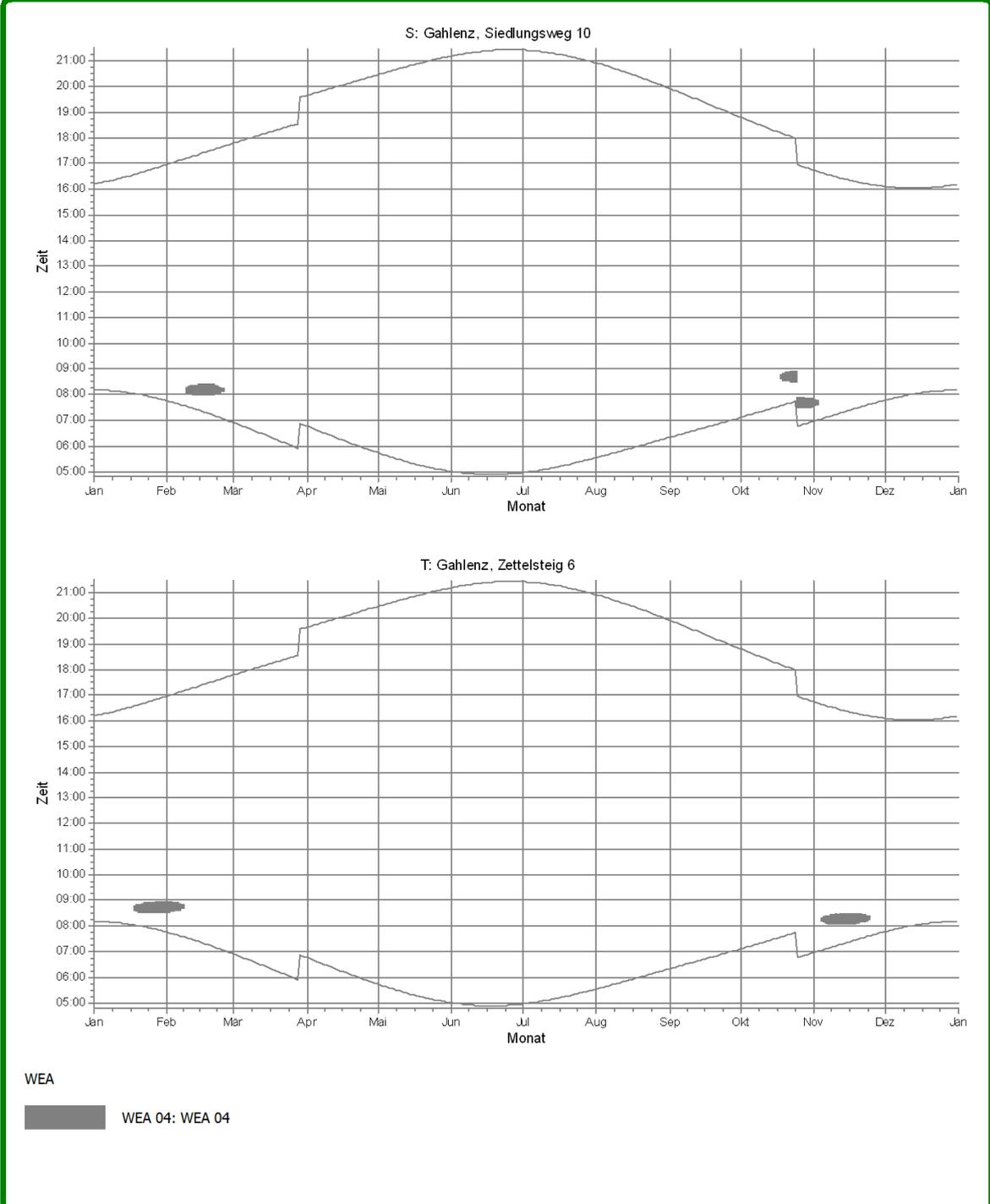
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

**SHADOW - Grafischer Kalender**

**Berechnung:** Gesamtbelastung



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

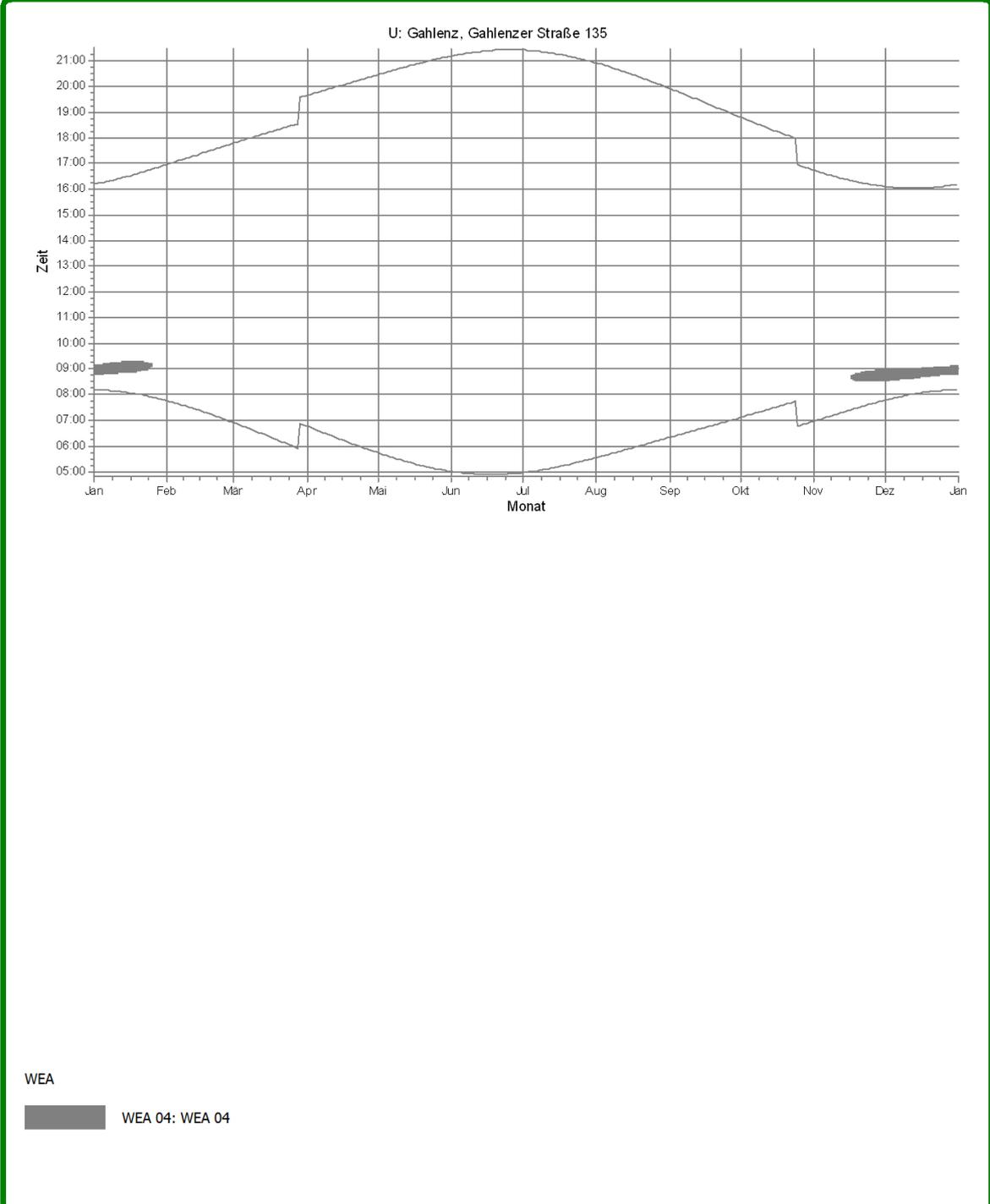
**Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Grafischer Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung



## 8.5 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)

Projekt: <b>Kleinhartmannsdorf</b>	Lizenziertes Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071  Berechnet: 26.04.2024 15:28/3.5.584
---------------------------------------	--

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** A - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni		
1	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39	18:55 (WEA 03) 19:14 (WEA 03)	05:43 20:27	19:33 (WEA 04) 20:00 (WEA 05)	05:00 21:11
2	08:10 16:13	07:43 16:59	06:52 17:49	06:43 19:40	18:53 (WEA 03) 19:15 (WEA 03)	05:41 20:29	19:34 (WEA 05) 20:01 (WEA 05)	04:59 21:12
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42	18:52 (WEA 03) 19:17 (WEA 03)	05:40 20:30	19:33 (WEA 05) 20:02 (WEA 05)	04:59 21:13
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44	18:51 (WEA 03) 19:17 (WEA 03)	05:38 20:32	19:33 (WEA 05) 20:04 (WEA 05)	04:58 21:14
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45	18:51 (WEA 03) 19:17 (WEA 03)	05:36 20:34	19:33 (WEA 05) 20:03 (WEA 05)	04:57 21:15
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	18:51 (WEA 03) 19:17 (WEA 03)	05:34 20:35	19:32 (WEA 05) 20:03 (WEA 05)	04:57 21:16
7	08:09 16:18	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48	18:50 (WEA 03) 19:15 (WEA 03)	05:32 20:37	19:32 (WEA 05) 20:04 (WEA 05)	04:56 21:17
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	18:50 (WEA 03) 19:15 (WEA 03)	05:31 20:38	19:32 (WEA 05) 20:04 (WEA 05)	04:56 21:18
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52	18:51 (WEA 03) 19:14 (WEA 03)	05:29 20:40	19:32 (WEA 05) 20:04 (WEA 05)	04:55 21:18
10	08:08 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53	18:51 (WEA 03) 19:13 (WEA 03)	05:27 20:41	19:32 (WEA 05) 20:03 (WEA 05)	04:55 21:19
11	08:07 16:24	07:29 17:15	06:32 18:04	06:24 19:55	18:52 (WEA 03) 19:12 (WEA 03)	05:26 20:43	19:32 (WEA 05) 20:04 (WEA 05)	04:54 21:20
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57	18:54 (WEA 03) 19:10 (WEA 03)	05:24 20:44	19:32 (WEA 05) 20:03 (WEA 05)	04:54 21:20
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:07	06:19 19:58	18:56 (WEA 03) 19:08 (WEA 03)	05:23 20:46	19:33 (WEA 05) 20:03 (WEA 05)	04:54 21:21
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00	18:59 (WEA 03) 19:04 (WEA 03)	05:21 20:47	19:33 (WEA 05) 20:02 (WEA 05)	04:54 21:22
15	08:04 16:29	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01		05:20 20:49	19:34 (WEA 05) 20:02 (WEA 05)	04:53 21:22
16	08:04 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03		05:18 20:50	19:34 (WEA 05) 20:02 (WEA 05)	04:53 21:23
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05	19:34 (WEA 04) 19:38 (WEA 04)	05:17 20:52	19:34 (WEA 05) 20:00 (WEA 05)	04:53 21:23
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06	19:32 (WEA 04) 19:40 (WEA 04)	05:15 20:53	19:35 (WEA 05) 20:00 (WEA 05)	04:53 21:24
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08	19:31 (WEA 04) 19:41 (WEA 04)	05:14 20:55	19:37 (WEA 05) 19:59 (WEA 05)	04:53 21:24
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:09	19:30 (WEA 04) 19:43 (WEA 04)	05:13 20:56	19:38 (WEA 05) 19:58 (WEA 05)	04:53 21:24
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	19:29 (WEA 04) 19:44 (WEA 04)	05:12 20:57	19:39 (WEA 05) 19:58 (WEA 05)	04:54 21:25
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13	19:28 (WEA 04) 19:46 (WEA 04)	05:10 20:59	19:40 (WEA 05) 19:55 (WEA 05)	04:54 21:25
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14	19:29 (WEA 04) 19:48 (WEA 04)	05:09 21:00	19:41 (WEA 05) 19:54 (WEA 05)	04:54 21:25
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:03 18:26	05:57 20:16	19:28 (WEA 04) 19:49 (WEA 04)	05:08 21:01	19:44 (WEA 05) 19:52 (WEA 05)	04:54 21:25
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18	19:28 (WEA 04) 19:51 (WEA 04)	05:07 21:03		04:55 21:25
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	19:28 (WEA 04) 19:52 (WEA 05)	05:06 21:04		04:55 21:25
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	19:29 (WEA 04) 19:54 (WEA 05)	05:05 21:05		04:55 21:25
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22	19:29 (WEA 04) 19:55 (WEA 05)	05:04 21:06		04:56 21:25
29	07:49 16:52		06:52 19:34	05:47 20:24	19:30 (WEA 04) 19:56 (WEA 05)	05:03 21:07		04:56 21:25
30	07:48 16:54		06:50 19:35	05:45 20:26	18:57 (WEA 03) 19:32 (WEA 04)	05:45 21:09		04:57 21:25
31	07:46 16:56		06:48 19:37	05:43 19:12 (WEA 03)	18:56 (WEA 03)	05:43 21:10		04:57 21:25
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	481	493		
astr.max.mögl.Beschattung			38	551	628			

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** A - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 107

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	04:58	05:32	19:42 (WEA 05)   06:20	18:51 (WEA 03)   07:06	06:58	07:47	
	21:24	20:54	20:13 (WEA 05)   19:55	19:11 (WEA 03)   18:48	16:44	16:06	
2	04:58	05:34	19:43 (WEA 05)   06:21	18:49 (WEA 03)   07:08	06:59	07:48	
	21:24	20:53	20:14 (WEA 05)   19:53	19:11 (WEA 03)   18:45	16:42	16:05	
3	04:59	05:35	19:42 (WEA 05)   06:23	18:49 (WEA 03)   07:09	07:01	07:49	
	21:24	20:51	20:14 (WEA 05)   19:50	19:12 (WEA 03)   18:43	16:40	16:04	
4	05:00	05:37	19:42 (WEA 05)   06:24	18:47 (WEA 03)   07:11	07:03	07:51	
	21:23	20:50	20:13 (WEA 05)   19:48	19:12 (WEA 03)   18:41	16:39	16:04	
5	05:00	05:38	19:42 (WEA 05)   06:26	18:47 (WEA 03)   07:13	07:05	07:52	
	21:23	20:48	20:14 (WEA 05)   19:46	19:12 (WEA 03)   18:39	16:37	16:03	
6	05:01	05:40	19:42 (WEA 05)   06:27	18:46 (WEA 03)   07:14	07:06	07:53	
	21:22	20:46	20:13 (WEA 05)   19:44	19:12 (WEA 03)   18:37	16:35	16:03	
7	05:02	05:41	19:42 (WEA 05)   06:29	18:46 (WEA 03)   07:16	07:08	07:54	
	21:22	20:44	20:14 (WEA 05)   19:42	19:12 (WEA 03)   18:34	16:34	16:03	
8	05:03	05:43	19:42 (WEA 05)   06:30	18:45 (WEA 03)   07:17	07:10	07:55	
	21:21	20:43	20:13 (WEA 05)   19:39	19:11 (WEA 03)   18:32	16:32	16:02	
9	05:04	05:44	19:42 (WEA 05)   06:32	18:46 (WEA 03)   07:19	07:11	07:57	
	21:21	20:41	20:12 (WEA 05)   19:37	19:11 (WEA 03)   18:30	16:30	16:02	
10	05:05	05:46	19:43 (WEA 05)   06:34	18:46 (WEA 03)   07:21	07:13	07:58	
	21:20	20:39	20:11 (WEA 05)   19:35	19:08 (WEA 03)   18:28	16:29	16:02	
11	05:06	05:47	19:43 (WEA 04)   06:35	18:47 (WEA 03)   07:22	07:15	07:59	
	21:19	20:37	20:09 (WEA 05)   19:33	19:06 (WEA 03)   18:26	16:27	16:02	
12	05:07	05:49	19:41 (WEA 04)   06:37	18:47 (WEA 03)   07:24	07:16	08:00	
	21:19	20:35	20:08 (WEA 05)   19:30	19:04 (WEA 03)   18:23	16:26	16:02	
13	05:08	05:50	19:39 (WEA 04)   06:38	18:48 (WEA 03)   07:26	07:18	08:01	
	21:18	20:34	20:06 (WEA 05)   19:28	19:02 (WEA 03)   18:21	16:25	16:02	
14	05:09	05:52	19:38 (WEA 04)   06:40	18:50 (WEA 03)   07:27	07:20	08:02	
	21:17	20:32	20:04 (WEA 05)   19:26	18:59 (WEA 03)   18:19	16:23	16:02	
15	05:10	05:53	19:36 (WEA 04)   06:41	18:55 (WEA 03)   07:29	07:22	08:03	
	21:16	20:30	20:02 (WEA 05)   19:24	18:57 (WEA 03)   18:17	16:22	16:02	
16	05:11	05:55	19:35 (WEA 04)   06:43		07:31	08:03	
	21:15	20:28	20:00 (WEA 05)   19:21		18:15	16:20	
17	05:12	05:56	19:35 (WEA 04)   06:44		07:32	08:04	
	21:14	20:26	19:59 (WEA 05)   19:19		18:13	16:19	
18	05:13	05:58	19:34 (WEA 04)   06:46		07:34	08:05	
	21:13	20:24	19:56 (WEA 04)   19:17		18:11	16:18	
19	05:15	19:56 (WEA 05)   05:59	19:34 (WEA 04)   06:47		07:36	08:06	
	21:12	20:22	19:55 (WEA 04)   19:15		18:09	16:17	
20	05:16	19:53 (WEA 05)   06:01	19:33 (WEA 04)   06:49		07:37	08:06	
	21:11	20:20	19:52 (WEA 04)   19:12		18:07	16:15	
21	05:17	19:51 (WEA 05)   06:03	19:34 (WEA 04)   06:51		07:39	08:07	
	21:10	20:05 (WEA 05)   20:18	19:51 (WEA 04)   19:10		18:05	16:14	
22	05:18	19:49 (WEA 05)   06:04	19:34 (WEA 04)   06:52		07:41	08:07	
	21:08	20:07 (WEA 05)   20:16	19:49 (WEA 04)   19:08		18:03	16:13	
23	05:20	19:48 (WEA 05)   06:06	19:34 (WEA 04)   06:54		07:42	08:08	
	21:07	20:08 (WEA 05)   20:14	19:47 (WEA 04)   19:06		18:01	16:12	
24	05:21	19:48 (WEA 05)   06:07	19:34 (WEA 04)   06:55		07:44	08:08	
	21:06	20:09 (WEA 05)   20:12	19:45 (WEA 04)   19:03		17:59	16:11	
25	05:22	19:47 (WEA 05)   06:09	19:36 (WEA 04)   06:57		06:46	07:38	
	21:05	20:10 (WEA 05)   20:10	19:43 (WEA 04)   19:01		16:57	16:10	
26	05:24	19:46 (WEA 05)   06:10	19:37 (WEA 04)   06:58		06:47	07:39	
	21:03	20:11 (WEA 05)   20:08	19:41 (WEA 04)   18:59		16:55	16:09	
27	05:25	19:45 (WEA 05)   06:12		07:00	06:49	07:41	
	21:02	20:11 (WEA 05)   20:05		18:57	16:53	16:09	
28	05:27	19:45 (WEA 05)   06:13		07:02	06:51	07:42	
	21:00	20:12 (WEA 05)   20:03		18:54	16:51	16:08	
29	05:28	19:44 (WEA 05)   06:15	19:00 (WEA 03)   07:03		06:52	07:44	
	20:59	20:12 (WEA 05)   20:01	19:05 (WEA 03)   18:52		16:49	16:07	
30	05:29	19:43 (WEA 05)   06:16	18:55 (WEA 03)   07:05		06:54	07:45	
	20:57	20:12 (WEA 05)   19:59	19:08 (WEA 03)   18:50		16:47	16:06	
31	05:31	19:43 (WEA 05)   06:18	18:54 (WEA 03)		06:56	08:10	
	20:56	20:13 (WEA 05)   19:57	19:10 (WEA 03)		16:46	16:10	
Sonnenscheinstunden	497		451	380	333	270	249
astr.max.mögl.Beschattung		276	653	301			

**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:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** B - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39	18:49 (WEA 02) 19:03 (WEA 02)	05:43 20:27
2	08:10 16:13	07:43 16:59	06:52 17:49	06:43 19:40	18:50 (WEA 02) 19:00 (WEA 02)	05:41 20:29
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42	19:00 (WEA 02) 19:50 (WEA 04)	05:40 20:30
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44	19:50 (WEA 04) 20:32	05:38 20:32
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45	20:32 20:34	14 20:04 (WEA 04) 16 20:05 (WEA 04)
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	05:34 20:35	12 20:02 (WEA 04) 18 20:06 (WEA 04)
7	08:09 16:18	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48	05:32 20:37	10 20:01 (WEA 04) 21 20:09 (WEA 04)
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	05:31 20:38	8 20:00 (WEA 04) 22 20:10 (WEA 04)
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52	05:29 20:40	6 20:00 (WEA 04) 24 20:12 (WEA 04)
10	08:07 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53	05:27 20:41	4 20:00 (WEA 04) 23 20:11 (WEA 04)
11	08:07 16:24	07:29 17:15	06:32 18:04	06:24 19:55	05:26 20:43	2 20:00 (WEA 04) 23 20:12 (WEA 04)
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57	05:24 20:44	1 20:00 (WEA 04) 23 20:11 (WEA 04)
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:07	06:19 19:58	05:23 20:46	1 20:00 (WEA 04) 22 20:11 (WEA 04)
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00	05:21 19:34 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 20 20:09 (WEA 04)
15	08:04 16:30	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01	05:20 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 19 20:09 (WEA 04)
16	08:04 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03	05:18 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 18 20:09 (WEA 04)
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05	05:17 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 20 20:21 (WEA 05)
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06	05:15 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 23 20:23 (WEA 05)
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08	05:14 19:37 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 23 20:25 (WEA 05)
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:09	05:13 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 16 20:26 (WEA 05)
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	05:12 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 19 20:28 (WEA 05)
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13	05:10 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 21 20:29 (WEA 05)
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14	05:09 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 22 20:29 (WEA 05)
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:03 18:26	05:57 20:16	05:08 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 24 20:30 (WEA 05)
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18	05:07 19:36 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 26 20:32 (WEA 05)
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	05:06 19:33 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 28 20:33 (WEA 05)
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	05:05 19:32 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 29 20:35 (WEA 05)
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22	05:04 19:30 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 30 20:35 (WEA 05)
29	07:49 16:52	06:52 19:34	05:52 18:34	05:47 20:24	05:03 19:28 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 30 20:35 (WEA 05)
30	07:48 16:54	06:50 19:35	05:50 18:36	05:45 20:26	05:02 19:18 (WEA 03)	1 20:00 (WEA 04) 30 20:35 (WEA 05)
31	07:46 16:56	06:48 19:37	05:48 18:38	05:43 20:28	05:01 19:58 (WEA 04)	1 20:00 (WEA 04) 32 20:36 (WEA 05)
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	480	493
astr.max.mögl.Beschattung			160	445	665	985

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** B - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 103a

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	04:58		20:10 (WEA 05)	05:32	19:59 (WEA 04)	06:20	19:21 (WEA 03)	07:06	06:58	07:47		
	21:24	33	20:43 (WEA 05)	20:54	22	20:21 (WEA 04)	19:55	7	19:28 (WEA 03)	18:48	16:44	16:06
2	04:58		20:10 (WEA 05)	05:34	19:59 (WEA 04)	06:21			07:08	06:59	07:48	
	21:24	33	20:43 (WEA 05)	20:53	23	20:22 (WEA 04)	19:53		18:45	16:42	16:05	
3	04:59		20:10 (WEA 05)	05:35	19:58 (WEA 04)	06:23			07:09	07:01	07:49	
	21:24	33	20:43 (WEA 05)	20:51	24	20:22 (WEA 04)	19:50		18:43	16:40	16:04	
4	05:00		20:11 (WEA 05)	05:37	19:58 (WEA 04)	06:24			07:11	07:03	07:51	
	21:23	32	20:43 (WEA 05)	20:50	22	20:20 (WEA 04)	19:48		18:41	16:39	16:04	
5	05:00		20:11 (WEA 05)	05:38	19:58 (WEA 04)	06:26			07:13	07:05	07:52	
	21:23	33	20:44 (WEA 05)	20:48	21	20:19 (WEA 04)	19:46		18:39	16:37	16:03	
6	05:01		20:11 (WEA 05)	05:40	19:58 (WEA 04)	06:27			07:14	07:06	07:53	
	21:22	33	20:44 (WEA 05)	20:46	19	20:17 (WEA 04)	19:44		18:37	16:35	16:03	
7	05:02		20:11 (WEA 05)	05:41	19:59 (WEA 04)	06:29			07:16	07:08	07:54	
	21:22	32	20:43 (WEA 05)	20:44	17	20:16 (WEA 04)	19:42		18:34	16:34	16:03	
8	05:03		20:11 (WEA 05)	05:43	19:59 (WEA 04)	06:30			07:17	07:10	07:55	
	21:21	33	20:44 (WEA 05)	20:43	15	20:14 (WEA 04)	19:39		18:32	16:32	16:02	
9	05:04		20:12 (WEA 05)	05:44	19:59 (WEA 04)	06:32			07:19	07:11	07:57	
	21:21	32	20:44 (WEA 05)	20:41	13	20:12 (WEA 04)	19:37		18:30	16:30	16:02	
10	05:05		20:12 (WEA 05)	05:46	20:00 (WEA 04)	06:34		18:43 (WEA 02)	07:21	07:13	07:58	
	21:20	32	20:44 (WEA 05)	20:39	11	20:11 (WEA 04)	19:35	10	18:53 (WEA 02)	18:28	16:29	16:02
11	05:06		20:12 (WEA 05)	05:47	20:00 (WEA 04)	06:35			18:41 (WEA 02)	07:22	07:15	07:59
	21:19	32	20:44 (WEA 05)	20:37	9	20:09 (WEA 04)	19:33	14	18:55 (WEA 02)	18:26	16:27	16:02
12	05:07		20:13 (WEA 05)	05:49	20:02 (WEA 04)	06:37			18:39 (WEA 02)	07:24	07:16	08:00
	21:19	31	20:44 (WEA 05)	20:35	6	20:08 (WEA 04)	19:30	17	18:56 (WEA 02)	18:23	16:26	16:02
13	05:08		20:13 (WEA 05)	05:50	19:25 (WEA 03)	06:38			18:38 (WEA 02)	07:26	07:18	08:01
	21:18	31	20:44 (WEA 05)	20:34	12	20:06 (WEA 04)	19:28	19	18:57 (WEA 02)	18:21	16:25	16:02
14	05:09		20:13 (WEA 05)	05:52	19:23 (WEA 03)	06:40			18:36 (WEA 02)	07:27	07:20	08:02
	21:17	31	20:44 (WEA 05)	20:32	14	19:37 (WEA 03)	19:26	21	18:57 (WEA 02)	18:19	16:23	16:02
15	05:10		20:14 (WEA 05)	05:53	19:20 (WEA 03)	06:41			18:36 (WEA 02)	07:29	07:22	08:03
	21:16	30	20:44 (WEA 05)	20:30	18	19:38 (WEA 03)	19:24	21	18:57 (WEA 02)	18:17	16:22	16:02
16	05:11		20:14 (WEA 05)	05:55	19:18 (WEA 03)	06:43			18:35 (WEA 02)	07:31	07:23	08:03
	21:15	29	20:43 (WEA 05)	20:28	21	19:39 (WEA 03)	19:21	20	18:55 (WEA 02)	18:15	16:20	16:02
17	05:12		20:14 (WEA 05)	05:56	19:18 (WEA 03)	06:44			18:35 (WEA 02)	07:32	07:25	08:04
	21:14	29	20:43 (WEA 05)	20:26	22	19:40 (WEA 03)	19:19	18	18:53 (WEA 02)	18:13	16:19	16:02
18	05:14		20:15 (WEA 05)	05:58	19:16 (WEA 03)	06:46			18:35 (WEA 02)	07:34	07:27	08:05
	21:13	27	20:42 (WEA 05)	20:24	24	19:40 (WEA 03)	19:17	15	18:50 (WEA 02)	18:11	16:18	16:02
19	05:15		20:16 (WEA 05)	05:59	19:16 (WEA 03)	06:47			18:35 (WEA 02)	07:36	07:28	08:06
	21:12	26	20:42 (WEA 05)	20:22	25	19:41 (WEA 03)	19:15	13	18:48 (WEA 02)	18:09	16:17	16:03
20	05:16		20:17 (WEA 05)	06:01	19:15 (WEA 03)	06:49			18:36 (WEA 02)	07:37	07:30	08:06
	21:11	23	20:40 (WEA 05)	20:20	26	19:41 (WEA 03)	19:12	10	18:46 (WEA 02)	18:07	16:16	16:03
21	05:17		20:18 (WEA 05)	06:03	19:14 (WEA 03)	06:51			18:36 (WEA 02)	07:39	07:31	08:07
	21:10	21	20:39 (WEA 05)	20:18	27	19:41 (WEA 03)	19:10	8	18:44 (WEA 02)	18:05	16:14	16:03
22	05:18		20:18 (WEA 05)	06:04	19:14 (WEA 03)	06:52			18:38 (WEA 02)	07:41	07:33	08:07
	21:08	20	20:38 (WEA 05)	20:16	27	19:41 (WEA 03)	19:08	4	18:42 (WEA 02)	18:03	16:13	16:04
23	05:20		20:19 (WEA 05)	06:06	19:14 (WEA 03)	06:54			07:42	07:35	08:08	
	21:07	18	20:37 (WEA 05)	20:14	27	19:41 (WEA 03)	19:06		18:01	16:12	16:04	
24	05:21		20:07 (WEA 04)	06:07	19:13 (WEA 03)	06:55			07:44	07:36	08:08	
	21:06	22	20:36 (WEA 05)	20:12	27	19:40 (WEA 03)	19:03		17:59	16:11	16:05	
25	05:22		20:05 (WEA 04)	06:09	19:14 (WEA 03)	06:57			06:46	07:38	08:09	
	21:05	23	20:35 (WEA 05)	20:10	26	19:40 (WEA 03)	19:01		16:57	16:10	16:06	
26	05:24		20:03 (WEA 04)	06:10	19:13 (WEA 03)	06:58			06:47	07:39	08:09	
	21:03	22	20:33 (WEA 05)	20:08	26	19:39 (WEA 03)	18:59		16:55	16:09	16:06	
27	05:25		20:02 (WEA 04)	06:12	19:14 (WEA 03)	07:00			06:49	07:41	08:09	
	21:02	16	20:18 (WEA 04)	20:05	25	19:39 (WEA 03)	18:57		16:53	16:09	16:07	
28	05:27		20:01 (WEA 04)	06:13	19:14 (WEA 03)	07:02			06:51	07:42	08:10	
	21:00	18	20:19 (WEA 04)	20:03	23	19:37 (WEA 03)	18:54		16:51	16:08	16:08	
29	05:28		20:00 (WEA 04)	06:15	19:16 (WEA 03)	07:03			06:52	07:44	08:10	
	20:59	20	20:20 (WEA 04)	20:01	19	19:35 (WEA 03)	18:52		16:49	16:07	16:09	
30	05:29		19:59 (WEA 04)	06:17	19:16 (WEA 03)	07:05			06:54	07:45	08:10	
	20:57	21	20:20 (WEA 04)	19:59	16	19:32 (WEA 03)	18:50		16:47	16:06	16:09	
31	05:31		19:59 (WEA 04)	06:18	19:18 (WEA 03)				06:56		08:10	
	20:56	22	20:21 (WEA 04)	19:57	13	19:31 (WEA 03)			16:46		16:10	
Sonnenscheinstunden		497		451		380			333	270	249	
astr.max.mögl.Beschattung			838		620		197					

**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:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** C - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39	19:02 (WEA 02) 20:27	05:43 19:29 (WEA 03) 05:00
2	08:10 16:13	07:43 16:59	06:52 17:49	06:43 19:40	19:00 (WEA 02) 20:29	05:41 19:29 (WEA 03) 04:59
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42	18:59 (WEA 02) 20:30	05:40 19:28 (WEA 03) 04:59
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44	18:59 (WEA 02) 20:32	05:38 19:28 (WEA 03) 04:58
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45	18:59 (WEA 02) 20:34	05:36 19:28 (WEA 03) 04:57
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	18:59 (WEA 02) 20:35	05:34 19:27 (WEA 03) 04:57
7	08:09 16:18	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48	18:58 (WEA 02) 20:37	05:32 19:28 (WEA 03) 04:56
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	18:58 (WEA 02) 20:38	05:31 19:28 (WEA 03) 04:56
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52	18:59 (WEA 02) 20:40	05:29 19:29 (WEA 03) 04:55
10	08:07 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53	19:00 (WEA 02) 20:41	05:28 19:28 (WEA 03) 04:55
11	08:07 16:24	07:29 17:15	06:32 18:04	06:24 19:55	19:01 (WEA 02) 20:43	05:26 19:29 (WEA 03) 04:54
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57	19:03 (WEA 02) 20:44	05:24 19:29 (WEA 03) 04:54
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:07	06:19 19:58	19:13 (WEA 02) 20:46	05:23 19:31 (WEA 03) 04:54
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00	20:47 05:21	19:31 (WEA 03) 04:54
15	08:04 16:30	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01	20:49 05:20	19:32 (WEA 03) 04:53
16	08:04 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03	20:50 05:18	19:34 (WEA 03) 04:53
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05	20:52 05:17	19:35 (WEA 03) 04:53
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06	20:53 05:15	19:37 (WEA 03) 04:53
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08	20:55 05:14	20:09 (WEA 04) 04:53
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:10	20:56 05:12	20:25 (WEA 04) 04:53
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	20:57 05:10	20:09 (WEA 04) 04:54
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13	20:59 05:09	20:28 (WEA 04) 04:54
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14	21:00 05:08	20:29 (WEA 04) 04:54
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:03 18:26	05:57 20:16	21:01 05:07	20:29 (WEA 04) 04:54
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18	19:38 (WEA 03) 21:03	20:30 (WEA 04) 04:55
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	19:50 (WEA 03) 21:04	20:32 (WEA 04) 04:55
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	19:52 (WEA 03) 21:05	21:04 20:33 (WEA 04) 04:55
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22	19:53 (WEA 03) 21:06	21:05 20:09 (WEA 04) 04:56
29	07:49 16:52	06:52 19:34	05:52 19:06 (WEA 02)	05:47 20:24	19:54 (WEA 03) 21:07	21:06 20:33 (WEA 04) 04:56
30	07:48 16:54	06:50 19:35	4 19:10 (WEA 02)	05:45 20:26	19:31 (WEA 03) 21:09	21:07 20:09 (WEA 04) 04:57
31	07:46 16:56	06:48 19:37	8 19:12 (WEA 02)	05:41 21:10	19:56 (WEA 03) 21:10	21:09 20:32 (WEA 04) 04:57
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	480	493
astr.max.mögl.Beschattung			12	332	771	471

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** C - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 97

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Juli		August		September		Oktober		November		Dezember		
1	04:58	20:19 (WEA 04)	05:32	19:40 (WEA 03)	06:20	19:00 (WEA 02)	07:06	06:58	07:47			
	21:24	16	20:35 (WEA 04)	20:54	25	20:05 (WEA 03)	19:55	15	19:15 (WEA 02)	18:48	16:44	16:06
2	04:58	20:19 (WEA 04)	05:34	19:40 (WEA 03)	06:21	18:57 (WEA 02)	07:08	06:59	07:48			
	21:24	17	20:36 (WEA 04)	20:53	26	20:06 (WEA 03)	19:53	18	19:15 (WEA 02)	18:45	16:42	16:05
3	04:59	20:18 (WEA 04)	05:35	19:39 (WEA 03)	06:23	18:57 (WEA 02)	07:09	07:01	07:49			
	21:24	18	20:36 (WEA 04)	20:51	27	20:06 (WEA 03)	19:50	19	19:16 (WEA 02)	18:43	16:40	16:04
4	05:00	20:18 (WEA 04)	05:37	19:38 (WEA 03)	06:24	18:55 (WEA 02)	07:11	07:03	07:51			
	21:23	19	20:37 (WEA 04)	20:50	28	20:06 (WEA 03)	19:48	21	19:16 (WEA 02)	18:41	16:39	16:04
5	05:00	20:18 (WEA 04)	05:38	19:38 (WEA 03)	06:26	18:55 (WEA 02)	07:13	07:05	07:52			
	21:23	19	20:37 (WEA 04)	20:48	28	20:06 (WEA 03)	19:46	22	19:17 (WEA 02)	18:39	16:37	16:03
6	05:01	20:19 (WEA 04)	05:40	19:37 (WEA 03)	06:27	18:54 (WEA 02)	07:14	07:06	07:53			
	21:22	19	20:38 (WEA 04)	20:46	29	20:06 (WEA 03)	19:44	22	19:16 (WEA 02)	18:37	16:35	16:03
7	05:02	20:18 (WEA 04)	05:41	19:38 (WEA 03)	06:29	18:54 (WEA 02)	07:16	07:08	07:54			
	21:22	20	20:38 (WEA 04)	20:44	29	20:07 (WEA 03)	19:42	21	19:15 (WEA 02)	18:34	16:34	16:03
8	05:03	20:18 (WEA 04)	05:43	19:37 (WEA 03)	06:30	18:53 (WEA 02)	07:17	07:10	07:55			
	21:21	20	20:38 (WEA 04)	20:43	29	20:06 (WEA 03)	19:39	20	19:13 (WEA 02)	18:32	16:32	16:02
9	05:04	20:18 (WEA 04)	05:44	19:37 (WEA 03)	06:32	18:54 (WEA 02)	07:19	07:11	07:57			
	21:21	21	20:39 (WEA 04)	20:41	28	20:05 (WEA 03)	19:37	17	19:11 (WEA 02)	18:30	16:30	16:02
10	05:05	20:18 (WEA 04)	05:46	19:38 (WEA 03)	06:34	18:53 (WEA 02)	07:21	07:13	07:58			
	21:20	21	20:39 (WEA 04)	20:39	28	20:06 (WEA 03)	19:35	15	19:08 (WEA 02)	18:28	16:29	16:02
11	05:06	20:17 (WEA 04)	05:47	19:37 (WEA 03)	06:35	18:54 (WEA 02)	07:22	07:15	07:59			
	21:19	23	20:40 (WEA 04)	20:37	28	20:05 (WEA 03)	19:33	12	19:06 (WEA 02)	18:26	16:27	16:02
12	05:07	20:17 (WEA 04)	05:49	19:38 (WEA 03)	06:37	18:55 (WEA 02)	07:24	07:16	08:00			
	21:19	23	20:40 (WEA 04)	20:35	27	20:05 (WEA 03)	19:30	9	19:04 (WEA 02)	18:23	16:26	16:02
13	05:08	20:17 (WEA 04)	05:50	19:38 (WEA 03)	06:38	18:57 (WEA 02)	07:26	07:18	08:01			
	21:18	24	20:41 (WEA 04)	20:34	25	20:03 (WEA 03)	19:28	5	19:02 (WEA 02)	18:21	16:25	16:02
14	05:09	20:17 (WEA 04)	05:52	19:39 (WEA 03)	06:40		07:27	07:20	08:02			
	21:17	24	20:41 (WEA 04)	20:32	24	20:03 (WEA 03)	19:26		18:19	16:23	16:02	
15	05:10	20:17 (WEA 04)	05:53	19:40 (WEA 03)	06:41		07:29	07:22	08:03			
	21:16	24	20:41 (WEA 04)	20:30	21	20:01 (WEA 03)	19:24		18:17	16:22	16:02	
16	05:11	20:17 (WEA 04)	05:55	19:40 (WEA 03)	06:43		07:31	07:23	08:03			
	21:15	24	20:41 (WEA 04)	20:28	19	19:59 (WEA 03)	19:21		18:15	16:20	16:02	
17	05:12	20:17 (WEA 04)	05:56	19:42 (WEA 03)	06:44		07:32	07:25	08:04			
	21:14	24	20:41 (WEA 04)	20:26	16	19:58 (WEA 03)	19:19		18:13	16:19	16:02	
18	05:14	20:17 (WEA 04)	05:58	19:44 (WEA 03)	06:46		07:34	07:27	08:05			
	21:13	24	20:41 (WEA 04)	20:24	11	19:55 (WEA 03)	19:17		18:11	16:18	16:02	
19	05:15	20:18 (WEA 04)	05:59		06:47		07:36	07:28	08:06			
	21:12	24	20:42 (WEA 04)	20:22		19:15		18:09	16:17	16:03		
20	05:16	20:18 (WEA 04)	06:01		06:49		07:37	07:30	08:06			
	21:11	22	20:40 (WEA 04)	20:20		19:12		18:07	16:16	16:03		
21	05:17	20:18 (WEA 04)	06:03		06:51		07:39	07:31	08:07			
	21:10	21	20:39 (WEA 04)	20:18		19:10		18:05	16:14	16:03		
22	05:19	20:18 (WEA 04)	06:04		06:52		07:41	07:33	08:07			
	21:08	20	20:38 (WEA 04)	20:16		19:08		18:03	16:13	16:04		
23	05:20	20:18 (WEA 04)	06:06		06:54		07:42	07:35	08:08			
	21:07	19	20:37 (WEA 04)	20:14		19:06		18:01	16:12	16:04		
24	05:21	20:19 (WEA 04)	06:07		06:55		07:44	07:36	08:08			
	21:06	17	20:36 (WEA 04)	20:12		19:03		17:59	16:11	16:05		
25	05:22	19:49 (WEA 03)	06:09		06:57		06:46	07:38	08:09			
	21:05	23	20:35 (WEA 04)	20:10		19:01		16:57	16:10	16:06		
26	05:24	19:46 (WEA 03)	06:10		06:58		06:47	07:39	08:09			
	21:03	25	20:33 (WEA 04)	20:08		18:59		16:55	16:09	16:06		
27	05:25	19:44 (WEA 03)	06:12		07:00		06:49	07:41	08:09			
	21:02	28	20:32 (WEA 04)	20:05		18:57		16:53	16:09	16:07		
28	05:27	19:44 (WEA 03)	06:13		07:02		06:51	07:42	08:10			
	21:00	27	20:31 (WEA 04)	20:03		18:54		16:51	16:08	16:08		
29	05:28	19:42 (WEA 03)	06:15		07:03		06:52	07:44	08:10			
	20:59	27	20:29 (WEA 04)	20:01		18:52		16:49	16:07	16:09		
30	05:29	19:41 (WEA 03)	06:17		07:05		06:54	07:45	08:10			
	20:57	26	20:28 (WEA 04)	19:59		18:50		16:47	16:06	16:10		
31	05:31	19:41 (WEA 03)	06:18	19:03 (WEA 02)				06:56		08:10		
	20:56	23	20:04 (WEA 03)	19:57	10	19:13 (WEA 02)		16:46		16:10		
	Sonnenscheinstunden	497	451		380		333	270	249			
	astr.max.mögl.Beschattung	682	458		216							

**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:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** D - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39		05:43 20:27		05:00 21:11
2	08:10 16:13	07:43 16:59	06:52 17:49	06:43 19:40		05:41 20:29		04:59 21:12
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42		05:40 20:30		04:59 21:13
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44		05:38 20:32		04:58 21:14
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45		05:36 20:34		04:57 21:15
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47		05:34 20:35		04:57 21:16
7	08:09 16:18	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48	5	19:18 (WEA 02) 19:23 (WEA 02)	05:33 20:37	04:56 21:17
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	9	19:15 (WEA 02) 19:24 (WEA 02)	05:31 20:38	19:57 (WEA 03) 21:18
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52	13	19:13 (WEA 02) 19:26 (WEA 02)	05:29 20:40	20:05 (WEA 03) 21:18
10	08:07 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53	16	19:12 (WEA 02) 19:28 (WEA 02)	05:28 20:41	19:52 (WEA 03) 21:19
11	08:07 16:24	07:29 17:15	06:32 18:04	06:24 19:55	18	19:11 (WEA 02) 19:29 (WEA 02)	05:26 20:43	19:51 (WEA 03) 21:20
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57	21	19:10 (WEA 02) 19:31 (WEA 02)	05:24 20:44	19:49 (WEA 03) 21:20
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:07	06:19 19:58	23	19:10 (WEA 02) 19:33 (WEA 02)	05:23 20:46	19:49 (WEA 03) 21:21
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00	24	19:09 (WEA 02) 19:33 (WEA 02)	05:21 20:47	19:48 (WEA 03) 21:22
15	08:04 16:30	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01	24	19:09 (WEA 02) 19:33 (WEA 02)	05:20 20:49	19:47 (WEA 03) 21:22
16	08:04 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03	23	19:08 (WEA 02) 19:31 (WEA 02)	05:18 20:50	19:47 (WEA 03) 21:23
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05	23	19:08 (WEA 02) 19:31 (WEA 02)	05:17 20:52	19:46 (WEA 03) 21:23
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06	21	19:09 (WEA 02) 19:30 (WEA 02)	05:15 20:53	19:46 (WEA 03) 21:24
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08	20	19:09 (WEA 02) 19:29 (WEA 02)	05:14 20:55	19:46 (WEA 03) 21:24
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:10	18	19:10 (WEA 02) 19:28 (WEA 02)	05:13 20:56	19:46 (WEA 03) 21:24
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	14	19:12 (WEA 02) 19:26 (WEA 02)	05:12 20:57	19:46 (WEA 03) 21:25
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13	9	19:14 (WEA 02) 19:23 (WEA 02)	05:10 20:59	19:47 (WEA 03) 21:25
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14		05:09 21:00	19:46 (WEA 03) 21:25	04:54 21:25
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:03 18:26	05:57 20:16		05:08 21:01	19:46 (WEA 03) 21:25	04:54 21:25
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18		05:07 21:03	19:46 (WEA 03) 21:25	04:55 21:25
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19		05:06 21:04	19:46 (WEA 03) 21:25	04:55 21:25
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21		05:05 21:05	19:47 (WEA 03) 21:25	04:55 21:25
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22		05:04 21:06	19:48 (WEA 03) 20:36 (WEA 04)	04:56 21:25
29	07:49 16:52		06:52 19:34	05:47 20:24		05:03 21:07	19:48 (WEA 03) 20:37 (WEA 04)	04:56 21:25
30	07:48 16:54		06:50 19:35	05:45 20:26		05:02 21:09	19:48 (WEA 03) 20:37 (WEA 04)	04:57 21:25
31	07:46 16:56		06:48 19:37			05:01 21:10	19:48 (WEA 03) 20:38 (WEA 04)	04:57 21:25
	Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	480	640	493
	astr.max.mögl.Beschattung				281			1150

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** D - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 91

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	04:58	19:59 (WEA 03)	05:32	20:00 (WEA 03)	06:20	19:10 (WEA 02)	07:06	06:58	07:47			
	21:24	39 20:52 (WEA 04)	20:54	22 20:22 (WEA 03)	19:55	18 19:28 (WEA 02)	18:48	16:44	16:06			
2	04:58	19:59 (WEA 03)	05:34	20:02 (WEA 03)	06:21	19:11 (WEA 02)	07:08	06:59	07:48			
	21:24	39 20:52 (WEA 04)	20:53	19 20:21 (WEA 03)	19:53	16 19:27 (WEA 02)	18:45	16:42	16:05			
3	04:59	19:58 (WEA 03)	05:35	20:03 (WEA 03)	06:23	19:11 (WEA 02)	07:09	07:01	07:49			
	21:24	38 20:51 (WEA 04)	20:51	16 20:19 (WEA 03)	19:50	13 19:24 (WEA 02)	18:43	16:40	16:04			
4	05:00	19:58 (WEA 03)	05:37	20:05 (WEA 03)	06:24	19:12 (WEA 02)	07:11	07:03	07:51			
	21:23	39 20:51 (WEA 04)	20:50	12 20:17 (WEA 03)	19:48	9 19:21 (WEA 02)	18:41	16:39	16:04			
5	05:00	19:58 (WEA 03)	05:38	20:09 (WEA 03)	06:26	19:15 (WEA 02)	07:13	07:05	07:52			
	21:23	39 20:51 (WEA 04)	20:48	4 20:13 (WEA 03)	19:46	5 19:20 (WEA 02)	18:39	16:37	16:03			
6	05:01	19:58 (WEA 03)	05:40		06:27		07:14	07:06	07:53			
	21:22	39 20:51 (WEA 04)	20:46		19:44		18:37	16:35	16:03			
7	05:02	19:57 (WEA 03)	05:41		06:29		07:16	07:08	07:54			
	21:22	40 20:50 (WEA 04)	20:44		19:42		18:34	16:34	16:03			
8	05:03	19:57 (WEA 03)	05:43		06:30		07:17	07:10	07:55			
	21:21	38 20:49 (WEA 04)	20:43		19:39		18:32	16:32	16:02			
9	05:04	19:57 (WEA 03)	05:44		06:32		07:19	07:11	07:57			
	21:21	38 20:49 (WEA 04)	20:41		19:37		18:30	16:31	16:02			
10	05:05	19:57 (WEA 03)	05:46		06:34		07:21	07:13	07:58			
	21:20	37 20:48 (WEA 04)	20:39		19:35		18:28	16:29	16:02			
11	05:06	19:57 (WEA 03)	05:47		06:35		07:22	07:15	07:59			
	21:19	37 20:48 (WEA 04)	20:37		19:33		18:26	16:27	16:02			
12	05:07	19:57 (WEA 03)	05:49		06:37		07:24	07:16	08:00			
	21:19	35 20:47 (WEA 04)	20:35		19:30		18:24	16:26	16:02			
13	05:08	19:57 (WEA 03)	05:50		06:38		07:26	07:18	08:01			
	21:18	34 20:46 (WEA 04)	20:34		19:28		18:21	16:25	16:02			
14	05:09	19:56 (WEA 03)	05:52		06:40		07:27	07:20	08:02			
	21:17	34 20:46 (WEA 04)	20:32		19:26		18:19	16:23	16:02			
15	05:10	19:56 (WEA 03)	05:53		06:41		07:29	07:22	08:03			
	21:16	31 20:45 (WEA 04)	20:30		19:24		18:17	16:22	16:02			
16	05:11	19:56 (WEA 03)	05:55		06:43		07:31	07:23	08:03			
	21:15	29 20:25 (WEA 03)	20:28		19:21		18:15	16:20	16:02			
17	05:12	19:56 (WEA 03)	05:56		06:44		07:32	07:25	08:04			
	21:14	29 20:25 (WEA 03)	20:26		19:19		18:13	16:19	16:02			
18	05:14	19:56 (WEA 03)	05:58		06:46		07:34	07:27	08:05			
	21:13	29 20:25 (WEA 03)	20:24		19:17		18:11	16:18	16:02			
19	05:15	19:56 (WEA 03)	05:59		06:47		07:36	07:28	08:06			
	21:12	30 20:26 (WEA 03)	20:22		19:15		18:09	16:17	16:03			
20	05:16	19:56 (WEA 03)	06:01		06:49		07:37	07:30	08:06			
	21:11	30 20:26 (WEA 03)	20:20		19:12		18:07	16:16	16:03			
21	05:17	19:56 (WEA 03)	06:03	19:19 (WEA 02)	06:51		07:39	07:31	08:07			
	21:10	30 20:26 (WEA 03)	20:18	10 19:29 (WEA 02)	19:10		18:05	16:14	16:03			
22	05:19	19:56 (WEA 03)	06:04	19:16 (WEA 02)	06:52		07:41	07:33	08:07			
	21:08	30 20:26 (WEA 03)	20:16	15 19:31 (WEA 02)	19:08		18:03	16:13	16:04			
23	05:20	19:56 (WEA 03)	06:06	19:15 (WEA 02)	06:54		07:42	07:35	08:08			
	21:07	29 20:25 (WEA 03)	20:14	18 19:33 (WEA 02)	19:06		18:01	16:12	16:04			
24	05:21	19:57 (WEA 03)	06:07	19:13 (WEA 02)	06:55		07:44	07:36	08:08			
	21:06	29 20:26 (WEA 03)	20:12	20 19:33 (WEA 02)	19:03		17:59	16:11	16:05			
25	05:22	19:57 (WEA 03)	06:09	19:13 (WEA 02)	06:57		06:46	07:38	08:09			
	21:05	29 20:26 (WEA 03)	20:10	21 19:34 (WEA 02)	19:01		16:57	16:10	16:06			
26	05:24	19:57 (WEA 03)	06:10	19:11 (WEA 02)	06:58		06:47	07:39	08:09			
	21:03	28 20:25 (WEA 03)	20:08	23 19:34 (WEA 02)	18:59		16:55	16:09	16:06			
27	05:25	19:57 (WEA 03)	06:12	19:11 (WEA 02)	07:00		06:49	07:41	08:09			
	21:02	28 20:25 (WEA 03)	20:05	23 19:34 (WEA 02)	18:57		16:53	16:09	16:07			
28	05:27	19:58 (WEA 03)	06:13	19:10 (WEA 02)	07:02		06:51	07:42	08:10			
	21:00	27 20:25 (WEA 03)	20:03	24 19:34 (WEA 02)	18:54		16:51	16:08	16:08			
29	05:28	19:58 (WEA 03)	06:15	19:10 (WEA 02)	07:03		06:52	07:44	08:10			
	20:59	26 20:24 (WEA 03)	20:01	24 19:34 (WEA 02)	18:52		16:49	16:07	16:09			
30	05:29	19:58 (WEA 03)	06:17	19:10 (WEA 02)	07:05		06:54	07:45	08:10			
	20:57	25 20:23 (WEA 03)	19:59	22 19:32 (WEA 02)	18:50		16:47	16:06	16:10			
31	05:31	20:00 (WEA 03)	06:18	19:10 (WEA 02)			06:56		08:10			
	20:56	23 20:23 (WEA 03)	19:57	21 19:31 (WEA 02)			16:46		16:10			
Sonnenscheinstunden	497		451		380		333	270	249			
astr.max.mögl.Beschattung		1008		294		61						

**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:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** E - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	Ma	Juni
1	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39	05:43 20:27	19:24 (WEA 02)   05:00 20:14 (WEA 03)
2	08:10 16:13	07:43 16:59	06:52 17:49	06:43 19:40	05:41 20:29	19:25 (WEA 02)   04:59 20:13 (WEA 03)
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42	05:40 20:30	19:26 (WEA 02)   04:59 20:12 (WEA 03)
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44	05:38 20:32	19:40 (WEA 02)   21:13 20:35 (WEA 03)
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45	05:36 20:34	19:29 (WEA 02)   04:58 20:12 (WEA 03)
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	05:34 20:35	19:38 (WEA 02)   21:14 20:36 (WEA 03)
7	08:09 16:18	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48	05:33 20:37	04:57 21:15 20:36 (WEA 03)
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	05:31 20:38	04:56 21:18 20:36 (WEA 03)
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52	05:29 20:40	04:55 21:18 20:36 (WEA 03)
10	08:07 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53	05:28 20:41	04:55 21:19 20:39 (WEA 03)
11	08:07 16:24	07:29 17:15	06:32 18:04	06:24 19:55	05:26 20:43	04:54 21:20 20:38 (WEA 03)
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57	05:24 20:44	04:54 21:20 20:37 (WEA 03)
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:07	06:19 19:58	05:23 20:46	04:54 21:21 20:36 (WEA 03)
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00	05:21 20:47	04:54 21:22 20:40 (WEA 03)
15	08:04 16:30	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01	05:20 20:49	04:53 21:22 20:40 (WEA 03)
16	08:03 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03	05:18 20:50	04:53 21:23 20:40 (WEA 03)
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05	05:17 20:52	04:53 21:23 20:40 (WEA 03)
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06	05:16 20:53	04:53 21:24 20:40 (WEA 03)
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08	05:14 20:55	04:53 21:24 20:41 (WEA 03)
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:10	05:13 20:56	04:53 21:24 20:42 (WEA 03)
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	05:12 20:57	04:54 21:25 20:42 (WEA 03)
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13	05:10 20:59	04:54 21:25 20:42 (WEA 03)
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14	05:09 21:00	04:54 21:25 20:42 (WEA 03)
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:03 18:26	05:57 20:16	05:08 21:01	04:54 21:25 20:42 (WEA 03)
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18	05:07 21:03	04:55 21:25 20:42 (WEA 03)
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	05:06 21:04	20:21 (WEA 03)   04:55 20:24 (WEA 03)   21:25 20:18 (WEA 03)   04:55
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	05:05 21:05	20:28 (WEA 03)   21:25 20:17 (WEA 03)   04:56
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22	05:04 21:06	20:30 (WEA 03)   21:25 20:15 (WEA 03)   04:56
29	07:49 16:52	06:52 19:34	05:52 20:24	05:47 20:24	05:03 21:07	20:31 (WEA 03)   21:25 20:14 (WEA 03)   04:57
30	07:48 16:54	06:50 19:35	05:45 20:26	05:45 20:26	05:02 21:09	20:32 (WEA 03)   21:25 20:13 (WEA 03)   04:57
31	07:46 16:56	06:48 19:37	05:43 20:27	05:43 20:27	05:01 21:10	20:33 (WEA 03)   21:25 20:11 (WEA 03)   04:57
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	480	493
astr.max.mögl.Beschattung				282	139	810

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

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

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

Berechnet:  
26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** E - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 54

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

- 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

	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	04:58	20:16 (WEA 03)	05:32		06:20	07:06	06:58	07:47				
	21:24	27 20:43 (WEA 03)	20:54		19:55	18:48	16:44	16:06				
2	04:58	20:16 (WEA 03)	05:34		06:21	07:08	06:59	07:48				
	21:24	28 20:44 (WEA 03)	20:53		19:53	18:45	16:42	16:05				
3	04:59	20:16 (WEA 03)	05:35		06:23	07:09	07:01	07:49				
	21:24	27 20:43 (WEA 03)	20:51		19:50	18:43	16:40	16:04				
4	05:00	20:17 (WEA 03)	05:37		06:24	07:11	07:03	07:51				
	21:23	26 20:43 (WEA 03)	20:50		19:48	18:41	16:39	16:04				
5	05:00	20:17 (WEA 03)	05:38		06:26	07:13	07:05	07:52				
	21:23	26 20:43 (WEA 03)	20:48		19:46	18:39	16:37	16:03				
6	05:01	20:18 (WEA 03)	05:40		06:27	07:14	07:06	07:53				
	21:22	26 20:44 (WEA 03)	20:46		19:44	18:37	16:35	16:03				
7	05:02	20:18 (WEA 03)	05:41		06:29	07:16	07:08	07:54				
	21:22	25 20:43 (WEA 03)	20:44		19:42	18:34	16:34	16:03				
8	05:03	20:18 (WEA 03)	05:43	19:41 (WEA 02)	06:30	07:17	07:10	07:55				
	21:21	25 20:43 (WEA 03)	20:43	3 19:44 (WEA 02)	19:39	18:32	16:32	16:02				
9	05:04	20:19 (WEA 03)	05:44	19:37 (WEA 02)	06:32	07:19	07:11	07:57				
	21:21	23 20:42 (WEA 03)	20:41	10 19:47 (WEA 02)	19:37	18:30	16:31	16:02				
10	05:05	20:20 (WEA 03)	05:46	19:35 (WEA 02)	06:34	07:21	07:13	07:58				
	21:20	22 20:42 (WEA 03)	20:39	15 19:50 (WEA 02)	19:35	18:28	16:29	16:02				
11	05:06	20:21 (WEA 03)	05:47	19:33 (WEA 02)	06:35	07:22	07:15	07:59				
	21:19	21 20:42 (WEA 03)	20:37	18 19:51 (WEA 02)	19:33	18:26	16:27	16:02				
12	05:07	20:21 (WEA 03)	05:49	19:32 (WEA 02)	06:37	07:24	07:16	08:00				
	21:19	20 20:41 (WEA 03)	20:35	20 19:52 (WEA 02)	19:30	18:24	16:26	16:02				
13	05:08	20:22 (WEA 03)	05:50	19:31 (WEA 02)	06:38	07:26	07:18	08:01				
	21:18	19 20:41 (WEA 03)	20:34	21 19:52 (WEA 02)	19:28	18:21	16:25	16:02				
14	05:09	20:23 (WEA 03)	05:52	19:31 (WEA 02)	06:40	07:27	07:20	08:02				
	21:17	17 20:40 (WEA 03)	20:32	22 19:53 (WEA 02)	19:26	18:19	16:23	16:02				
15	05:10	20:24 (WEA 03)	05:53	19:30 (WEA 02)	06:41	07:29	07:22	08:03				
	21:16	15 20:39 (WEA 03)	20:30	23 19:53 (WEA 02)	19:24	18:17	16:22	16:02				
16	05:11	20:26 (WEA 03)	05:55	19:30 (WEA 02)	06:43	07:31	07:23	08:03				
	21:15	12 20:38 (WEA 03)	20:28	24 19:54 (WEA 02)	19:21	18:15	16:20	16:02				
17	05:12	20:28 (WEA 03)	05:56	19:29 (WEA 02)	06:44	07:32	07:25	08:04				
	21:14	7 20:35 (WEA 03)	20:26	24 19:53 (WEA 02)	19:19	18:13	16:19	16:02				
18	05:14		05:58	19:28 (WEA 02)	06:46	07:34	07:27	08:05				
	21:13		20:24	25 19:53 (WEA 02)	19:17	18:11	16:18	16:02				
19	05:15		05:59	19:29 (WEA 02)	06:47	07:36	07:28	08:06				
	21:12		20:22	24 19:53 (WEA 02)	19:15	18:09	16:17	16:03				
20	05:16		06:01	19:28 (WEA 02)	06:49	07:37	07:30	08:06				
	21:11		20:20	24 19:52 (WEA 02)	19:12	18:07	16:16	16:03				
21	05:17		06:03	19:29 (WEA 02)	06:51	07:39	07:31	08:07				
	21:10		20:18	22 19:51 (WEA 02)	19:10	18:05	16:14	16:03				
22	05:19		06:04	19:29 (WEA 02)	06:52	07:41	07:33	08:07				
	21:08		20:16	20 19:49 (WEA 02)	19:08	18:03	16:13	16:04				
23	05:20		06:06	19:30 (WEA 02)	06:54	07:42	07:35	08:08				
	21:07		20:14	17 19:47 (WEA 02)	19:06	18:01	16:12	16:04				
24	05:21		06:07	19:30 (WEA 02)	06:55	07:44	07:36	08:08				
	21:06		20:12	15 19:45 (WEA 02)	19:03	17:59	16:11	16:05				
25	05:22		06:09	19:32 (WEA 02)	06:57	07:46	07:38	08:09				
	21:05		20:10	11 19:43 (WEA 02)	19:01	16:57	16:10	16:06				
26	05:24		06:10	19:34 (WEA 02)	06:58	07:47	07:39	08:09				
	21:03		20:08	7 19:41 (WEA 02)	18:59	16:55	16:09	16:06				
27	05:25		06:12		07:00	06:49	07:41	08:09				
	21:02		20:05		18:57	16:53	16:09	16:07				
28	05:27		06:13		07:02	06:51	07:42	08:10				
	21:00		20:03		18:54	16:51	16:08	16:08				
29	05:28		06:15		07:03	06:52	07:44	08:10				
	20:59		20:01		18:52	16:49	16:07	16:09				
30	05:29		06:17		07:05	06:54	07:45	08:10				
	20:57		19:59		18:50	16:47	16:06	16:10				
31	05:31		06:18			06:56		08:10				
	20:56		19:57			16:46		16:10				
	Sonnenscheinstunden	497		451		380	333	270	249			
	astr.max.mögl.Beschattung		366		345							

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** F - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

	Januar	Februar	März	April	May	Juni
1	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39	18:43 (WEA 01) 19:01 (WEA 01)	05:43 19:25 (WEA 02)
2	08:10 16:13	07:44 16:59	06:52 17:49	06:43 19:40	18:44 (WEA 01) 18:59 (WEA 01)	05:41 19:24 (WEA 02)
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42	18:45 (WEA 01) 18:57 (WEA 01)	05:40 19:24 (WEA 02)
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44	18:49 (WEA 01) 18:52 (WEA 01)	05:38 19:24 (WEA 02)
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45	18:49 (WEA 01) 19:45	05:36 19:24 (WEA 02)
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	18:49 (WEA 01) 19:47	05:34 19:23 (WEA 02)
7	08:09 16:19	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48	18:49 (WEA 01) 19:48	05:32 19:24 (WEA 02)
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	18:48 (WEA 01) 19:50	05:31 19:24 (WEA 02)
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52	18:48 (WEA 01) 19:52	05:29 19:24 (WEA 02)
10	08:08 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53	18:48 (WEA 01) 19:53	05:28 19:24 (WEA 02)
11	08:07 16:24	07:29 17:15	06:32 18:04	06:24 19:55	18:47 (WEA 01) 19:55	05:26 19:25 (WEA 02)
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57	18:47 (WEA 01) 19:57	05:24 19:25 (WEA 02)
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:07	06:19 19:58	18:46 (WEA 01) 19:58	05:23 19:26 (WEA 02)
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00	18:46 (WEA 01) 20:00	05:21 19:27 (WEA 02)
15	08:04 16:30	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01	18:45 (WEA 01) 20:01	05:20 19:28 (WEA 02)
16	08:04 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03	18:45 (WEA 01) 20:03	05:18 19:29 (WEA 02)
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05	18:44 (WEA 01) 20:05	05:17 19:30 (WEA 02)
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06	18:44 (WEA 01) 20:06	05:16 19:32 (WEA 02)
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08	18:43 (WEA 01) 20:08	05:14 19:34 (WEA 02)
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:10	18:43 (WEA 01) 20:10	05:13 19:35 (WEA 02)
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	18:42 (WEA 01) 20:11	05:12 19:36 (WEA 02)
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13	17:51 (WEA 01) 17:58 (WEA 01)	05:10 19:37 (WEA 02)
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14	17:48 (WEA 01) 17:59 (WEA 01)	05:09 19:38 (WEA 02)
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:03 18:26	05:57 20:16	17:45 (WEA 01) 18:00 (WEA 01)	05:08 19:39 (WEA 02)
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18	17:44 (WEA 01) 18:02 (WEA 01)	05:07 19:40 (WEA 02)
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	17:44 (WEA 01) 18:04 (WEA 01)	05:06 19:41 (WEA 02)
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	17:43 (WEA 01) 18:04 (WEA 01)	05:05 19:42 (WEA 02)
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22	17:43 (WEA 01) 18:04 (WEA 01)	05:04 19:43 (WEA 02)
29	07:49 16:52	06:52 19:34	05:52 19:34	05:47 20:24	18:42 (WEA 01) 19:03 (WEA 01)	05:03 19:44 (WEA 02)
30	07:48 16:54	06:50 19:35	05:50 19:35	05:45 20:26	18:42 (WEA 01) 19:03 (WEA 01)	05:02 19:45 (WEA 02)
31	07:46 16:56	06:48 19:37	05:48 19:37	05:43 19:02 (WEA 01)	18:43 (WEA 01) 19:02 (WEA 01)	05:01 19:46 (WEA 02)
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	480	493
astr.max.mögl.Beschattung			174	191	475	

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** F - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 81

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	04:58	05:32	19:35 (WEA 02)   06:20	07:06	06:58	07:47	
	21:24	20:54	27 20:02 (WEA 02)   19:55	18:48	16:44	16:06	
2	04:58	05:34	19:35 (WEA 02)   06:21	07:08	06:59	07:48	
	21:24	20:53	28 20:03 (WEA 02)   19:53	18:45	16:42	16:05	
3	04:59	05:35	19:35 (WEA 02)   06:23	07:09	07:01	07:49	
	21:24	20:51	28 20:03 (WEA 02)   19:50	18:43	16:40	16:04	
4	05:00	05:37	19:34 (WEA 02)   06:24	07:11	07:03	07:51	
	21:23	20:50	29 20:03 (WEA 02)   19:48	18:41	16:39	16:04	
5	05:00	05:38	19:34 (WEA 02)   06:26	07:13	07:05	07:52	
	21:23	20:48	30 20:04 (WEA 02)   19:46	18:39	16:37	16:03	
6	05:01	05:40	19:33 (WEA 02)   06:27	07:14	07:06	07:53	
	21:22	20:46	30 20:03 (WEA 02)   19:44	18:37	16:35	16:03	
7	05:02	05:41	19:34 (WEA 02)   06:29	07:16	07:08	07:54	
	21:22	20:44	30 20:04 (WEA 02)   19:42	18:34	16:34	16:03	
8	05:03	05:43	19:33 (WEA 02)   06:30	07:17	07:10	07:55	
	21:21	20:43	30 20:03 (WEA 02)   19:39	18:32	16:32	16:02	
9	05:04	05:44	19:33 (WEA 02)   06:32	18:40 (WEA 01)   07:19	07:11	07:57	
	21:21	20:41	30 20:03 (WEA 02)   19:37	11 18:51 (WEA 01)   18:30	16:31	16:02	
10	05:05	05:46	19:33 (WEA 02)   06:34	18:37 (WEA 01)   07:21	07:13	07:58	
	21:20	20:39	30 20:03 (WEA 02)   19:35	15 18:52 (WEA 01)   18:28	16:29	16:02	
11	05:06	05:47	19:33 (WEA 02)   06:35	18:36 (WEA 01)   07:22	07:15	07:59	
	21:19	20:37	29 20:02 (WEA 02)   19:33	17 18:53 (WEA 01)   18:26	16:27	16:02	
12	05:07	05:49	19:34 (WEA 02)   06:37	18:34 (WEA 01)   07:24	07:16	08:00	
	21:19	20:35	28 20:02 (WEA 02)   19:30	19 18:53 (WEA 01)   18:24	16:26	16:02	
13	05:08	05:50	19:34 (WEA 02)   06:38	18:33 (WEA 01)   07:26	07:18	08:01	
	21:18	20:34	27 20:01 (WEA 02)   19:28	21 18:54 (WEA 01)   18:21	16:25	16:02	
14	05:09	05:52	19:35 (WEA 02)   06:40	18:32 (WEA 01)   07:27	07:20	08:02	
	21:17	20:32	26 20:01 (WEA 02)   19:26	21 18:53 (WEA 01)   18:19	16:23	16:02	
15	05:10	05:53	19:35 (WEA 02)   06:41	18:32 (WEA 01)   07:29	07:22	08:03	
	21:16	20:30	24 19:59 (WEA 02)   19:24	22 18:54 (WEA 01)   18:17	16:22	16:02	
16	05:11	05:55	19:37 (WEA 02)   06:43	18:31 (WEA 01)   07:31	07:23	08:03	
	21:15	20:28	21 19:58 (WEA 02)   19:21	22 18:53 (WEA 01)   18:15	16:20	16:02	
17	05:12	05:56	19:38 (WEA 02)   06:44	18:32 (WEA 01)   07:32	07:25	08:04	
	21:14	20:26	18 19:56 (WEA 02)   19:19	20 18:52 (WEA 01)   18:13	16:19	16:02	
18	05:14	05:58	19:39 (WEA 02)   06:46	18:32 (WEA 01)   07:34	07:27	08:05	
	21:13	20:24	14 19:53 (WEA 02)   19:17	18 18:50 (WEA 01)   18:11	16:18	16:02	
19	05:15	06:00	19:43 (WEA 02)   06:47	18:33 (WEA 01)   07:36	07:28	08:06	
	21:12	20:22	7 19:50 (WEA 02)   19:15	15 18:48 (WEA 01)   18:09	16:17	16:03	
20	05:16	06:01	06:49	18:34 (WEA 01)   07:37	07:30	08:06	
	21:11	20:20	19:12	12 18:46 (WEA 01)   18:07	16:16	16:03	
21	05:17	06:03	06:51	18:35 (WEA 01)   07:39	07:31	08:07	
	21:10	20:18	19:10	9 18:44 (WEA 01)   18:05	16:14	16:03	
22	05:19	06:04	06:52	07:41	07:33	08:07	
	21:08	20:16	19:08	18:03	16:13	16:04	
23	05:20	06:06	06:54	07:42	07:35	08:08	
	21:07	20:14	19:06	18:01	16:12	16:04	
24	05:21	19:47 (WEA 02)   06:07	06:55	07:44	07:36	08:08	
	21:06	5 19:52 (WEA 02)   20:12	19:03	17:59	16:11	16:05	
25	05:23	19:44 (WEA 02)   06:09	06:57	06:46	07:38	08:09	
	21:05	11 19:55 (WEA 02)   20:10	19:01	16:57	16:10	16:06	
26	05:24	19:41 (WEA 02)   06:10	06:58	06:47	07:39	08:09	
	21:03	15 19:56 (WEA 02)   20:08	18:59	16:55	16:09	16:06	
27	05:25	19:41 (WEA 02)   06:12	07:00	06:49	07:41	08:09	
	21:02	18 19:59 (WEA 02)   20:05	18:57	16:53	16:09	16:07	
28	05:27	19:39 (WEA 02)   06:13	07:02	06:51	07:42	08:10	
	21:00	20 19:59 (WEA 02)   20:03	18:54	16:51	16:08	16:08	
29	05:28	19:38 (WEA 02)   06:15	07:03	06:52	07:44	08:10	
	20:59	22 20:00 (WEA 02)   20:01	18:52	16:49	16:07	16:09	
30	05:29	19:37 (WEA 02)   06:17	07:05	06:54	07:45	08:10	
	20:57	23 20:00 (WEA 02)   19:59	18:50	16:48	16:06	16:10	
31	05:31	19:36 (WEA 02)   06:18		06:56		08:10	
	20:56	26 20:02 (WEA 02)   19:57		16:46		16:10	
Sonnenscheinstunden		497	451	380	333	270	249
astr.max.mögl.Beschattung		140	486	222			

**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:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** G - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 63

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Juli		August		September		Oktober	November	Dezember					
1	04:58	19:48 (WEA 02)	05:32	19:50 (WEA 02)	06:20	07:06	06:58	07:47					
	21:24	25	20:13 (WEA 02)	20:54	27	20:17 (WEA 02)	19:55	18:48	16:44	16:06			
2	04:58	19:49 (WEA 02)	05:34	19:51 (WEA 02)	06:21		07:08	06:59	07:48				
	21:24	25	20:14 (WEA 02)	20:53	26	20:17 (WEA 02)	19:53	18:45	16:42	16:05			
3	04:59	19:48 (WEA 02)	05:35	19:52 (WEA 02)	06:23	18:47 (WEA 01)	07:09	07:01	07:49				
	21:24	26	20:14 (WEA 02)	20:51	23	20:15 (WEA 02)	19:50	11	18:58 (WEA 01)	18:43	16:40	16:04	
4	05:00	19:48 (WEA 02)	05:37	19:53 (WEA 02)	06:24	18:45 (WEA 01)	07:11	07:03	07:51				
	21:23	26	20:14 (WEA 02)	20:50	20	20:13 (WEA 02)	19:48	15	19:00 (WEA 01)	18:41	16:39	16:04	
5	05:00	19:48 (WEA 02)	05:38	19:55 (WEA 02)	06:26	18:43 (WEA 01)	07:13	07:05	07:52				
	21:23	27	20:15 (WEA 02)	20:48	17	20:12 (WEA 02)	19:46	18	19:01 (WEA 01)	18:39	16:37	16:03	
6	05:01	19:48 (WEA 02)	05:40	19:57 (WEA 02)	06:27	18:41 (WEA 01)	07:14	07:06	07:53				
	21:22	28	20:16 (WEA 02)	20:46	13	20:10 (WEA 02)	19:44	20	19:01 (WEA 01)	18:37	16:35	16:03	
7	05:02	19:48 (WEA 02)	05:41	20:01 (WEA 02)	06:29	18:40 (WEA 01)	07:16	07:08	07:54				
	21:22	29	20:17 (WEA 02)	20:44	5	20:06 (WEA 02)	19:42	22	19:02 (WEA 01)	18:34	16:34	16:03	
8	05:03	19:47 (WEA 02)	05:43		06:30	18:39 (WEA 01)	07:17	07:10	07:55				
	21:21	29	20:16 (WEA 02)	20:43		19:39	22	19:01 (WEA 01)	18:32	16:32	16:02		
9	05:04	19:47 (WEA 02)	05:44		06:32	18:39 (WEA 01)	07:19	07:11	07:57				
	21:21	30	20:17 (WEA 02)	20:41		19:37	23	19:02 (WEA 01)	18:30	16:31	16:02		
10	05:05	19:47 (WEA 02)	05:46		06:34	18:38 (WEA 01)	07:21	07:13	07:58				
	21:20	30	20:17 (WEA 02)	20:39		19:35	23	19:01 (WEA 01)	18:28	16:29	16:02		
11	05:06	19:47 (WEA 02)	05:47		06:35	18:38 (WEA 01)	07:22	07:15	07:59				
	21:19	31	20:18 (WEA 02)	20:37		19:33	23	19:01 (WEA 01)	18:26	16:27	16:02		
12	05:07	19:47 (WEA 02)	05:49		06:37	18:37 (WEA 01)	07:24	07:17	08:00				
	21:19	31	20:18 (WEA 02)	20:35		19:30	23	19:00 (WEA 01)	18:24	16:26	16:02		
13	05:08	19:47 (WEA 02)	05:50		06:38	18:38 (WEA 01)	07:26	07:18	08:01				
	21:18	32	20:19 (WEA 02)	20:34		19:28	21	18:59 (WEA 01)	18:21	16:25	16:02		
14	05:09	19:47 (WEA 02)	05:52		06:40	18:38 (WEA 01)	07:27	07:20	08:02				
	21:17	32	20:19 (WEA 02)	20:32		19:26	20	18:58 (WEA 01)	18:19	16:23	16:02		
15	05:10	19:46 (WEA 02)	05:53		06:41	18:39 (WEA 01)	07:29	07:22	08:03				
	21:16	33	20:19 (WEA 02)	20:30		19:24	18	18:57 (WEA 01)	18:17	16:22	16:02		
16	05:11	19:46 (WEA 02)	05:55		06:43	18:40 (WEA 01)	07:31	07:23	08:03				
	21:15	33	20:19 (WEA 02)	20:28		19:21	14	18:54 (WEA 01)	18:15	16:20	16:02		
17	05:12	19:46 (WEA 02)	05:56		06:44	18:43 (WEA 01)	07:32	07:25	08:04				
	21:14	34	20:20 (WEA 02)	20:26		19:19	8	18:51 (WEA 01)	18:13	16:19	16:02		
18	05:14	19:46 (WEA 02)	05:58		06:46	18:44 (WEA 01)	07:34	07:27	08:05				
	21:13	34	20:20 (WEA 02)	20:24		19:17		18:11	16:18	16:02			
19	05:15	19:47 (WEA 02)	06:00		06:47	18:44 (WEA 01)	07:36	07:28	08:06				
	21:12	34	20:21 (WEA 02)	20:22		19:15		18:09	16:17	16:03			
20	05:16	19:47 (WEA 02)	06:01		06:49	18:45 (WEA 01)	07:37	07:30	08:06				
	21:11	34	20:21 (WEA 02)	20:20		19:12		18:07	16:16	16:03			
21	05:17	19:46 (WEA 02)	06:03		06:51	18:46 (WEA 01)	07:39	07:31	08:07				
	21:10	35	20:21 (WEA 02)	20:18		19:10		18:05	16:14	16:03			
22	05:19	19:46 (WEA 02)	06:04		06:52	18:47 (WEA 01)	07:41	07:33	08:07				
	21:08	34	20:20 (WEA 02)	20:16		19:08		18:03	16:13	16:04			
23	05:20	19:46 (WEA 02)	06:06		06:54	18:48 (WEA 01)	07:42	07:35	08:08				
	21:07	34	20:20 (WEA 02)	20:14		19:06		18:01	16:12	16:04			
24	05:21	19:47 (WEA 02)	06:07		06:55	18:49 (WEA 01)	07:44	07:36	08:08				
	21:06	34	20:21 (WEA 02)	20:12		19:03		17:59	16:11	16:05			
25	05:23	19:47 (WEA 02)	06:09		06:57	18:50 (WEA 01)	07:46	07:38	08:09				
	21:05	33	20:20 (WEA 02)	20:10		19:01		16:57	16:10	16:06			
26	05:24	19:47 (WEA 02)	06:10		06:58	18:51 (WEA 01)	07:47	07:39	08:09				
	21:03	33	20:20 (WEA 02)	20:08		18:59		16:55	16:09	16:06			
27	05:25	19:48 (WEA 02)	06:12		07:00	18:52 (WEA 01)	07:49	07:41	08:09				
	21:02	32	20:20 (WEA 02)	20:05		18:57		16:53	16:09	16:07			
28	05:27	19:48 (WEA 02)	06:13		07:02	18:54 (WEA 01)	07:51	07:42	08:10				
	21:00	32	20:20 (WEA 02)	20:03		18:54		16:51	16:08	16:08			
29	05:28	19:48 (WEA 02)	06:15		07:03	18:55 (WEA 01)	07:52	07:44	08:10				
	20:59	31	20:19 (WEA 02)	20:01		18:52		16:49	16:07	16:09			
30	05:29	19:49 (WEA 02)	06:17		07:05	18:56 (WEA 01)	07:54	07:45	08:10				
	20:57	30	20:19 (WEA 02)	19:59		18:50		16:48	16:06	16:10			
31	05:31	19:49 (WEA 02)	06:18					16:56	16:08				
	20:56	29	20:18 (WEA 02)	19:57				16:46	16:10				
Sonnenscheinstunden		497		451		380		333		270		249	
astr.max.mögl.Beschattung		960		131		281							

**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:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** H - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	May	Juni	
1	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39	05:43 20:27	05:00 20:07 (WEA 02)	
2	08:10 16:13	07:44 16:59	06:52 17:49	06:43 19:40	05:41 20:29	22 20:29 (WEA 02) 04:59 20:06 (WEA 02)	
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42	05:40 20:30	23 20:29 (WEA 02) 04:59 20:05 (WEA 02)	
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44	05:38 20:32	25 20:30 (WEA 02) 04:58 20:05 (WEA 02)	
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45	05:36 20:34	26 20:31 (WEA 02) 04:57 20:04 (WEA 02)	
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	05:34 20:35	27 20:31 (WEA 02) 04:57 20:05 (WEA 02)	
7	08:09 16:19	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48	05:33 20:37	27 20:32 (WEA 02) 04:56 20:04 (WEA 02)	
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	05:31 20:38	28 20:32 (WEA 02) 04:56 20:04 (WEA 02)	
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52	05:29 20:40	29 20:33 (WEA 02) 04:55 20:04 (WEA 02)	
10	08:08 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53	05:28 20:41	30 20:34 (WEA 02) 04:55 20:03 (WEA 02)	
11	08:07 16:24	07:29 17:16	06:32 18:04	06:24 19:55	05:26 20:43	31 20:34 (WEA 02) 04:54 20:04 (WEA 02)	
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57	05:24 20:44	31 20:35 (WEA 02) 04:54 20:04 (WEA 02)	
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:07	06:19 19:58	05:23 20:46	32 20:36 (WEA 02) 04:54 20:04 (WEA 02)	
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00	05:21 20:47	32 20:36 (WEA 02) 04:54 20:04 (WEA 02)	
15	08:04 16:30	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01	05:20 20:49	33 20:36 (WEA 02) 04:54 20:03 (WEA 02)	
16	08:04 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03	05:18 20:50	32 20:36 (WEA 02) 04:53 20:04 (WEA 02)	
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05	05:17 20:52	32 20:36 (WEA 02) 04:53 20:04 (WEA 02)	
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06	05:16 20:53	33 20:37 (WEA 02) 04:53 20:05 (WEA 02)	
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08	05:14 20:55	33 20:38 (WEA 02) 04:53 20:05 (WEA 02)	
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:10	05:13 20:56	33 20:38 (WEA 02) 04:53 20:05 (WEA 02)	
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	05:12 20:57	33 20:38 (WEA 02) 04:54 20:05 (WEA 02)	
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13	05:10 20:59	33 20:38 (WEA 02) 04:54 20:05 (WEA 02)	
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14	05:09 21:00	33 20:38 (WEA 02) 04:54 20:06 (WEA 02)	
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:03 18:26	05:57 20:16	05:08 21:01	33 20:39 (WEA 02) 04:54 20:06 (WEA 02)	
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18	05:07 21:03	32 20:38 (WEA 02) 04:55 20:06 (WEA 02)	
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	05:06 21:04	32 20:38 (WEA 02) 04:55 20:07 (WEA 02)	
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	05:05 21:05	32 20:39 (WEA 02) 04:55 20:07 (WEA 02)	
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22	05:04 21:06	32 20:39 (WEA 02) 04:56 20:06 (WEA 02)	
29	07:49 16:52	06:52 19:34	05:52 19:34	05:47 20:24	05:03 21:07	33 20:39 (WEA 02) 04:56 20:07 (WEA 02)	
30	07:48 16:54	06:50 19:35	05:45 19:35	05:45 20:26	05:02 21:09	32 20:39 (WEA 02) 04:57 20:08 (WEA 02)	
31	07:46 16:56	06:48 19:37	05:48 19:37	05:48 20:26	05:01 21:10	32 20:40 (WEA 02) 04:57 20:08 (WEA 02)	
	Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	480	493
	astr.max.mögl.Beschattung				345	72	915

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** H - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 55

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

	Juli		August		September		Oktober	November	Dezember
1	04:58	20:08 (WEA 02)	05:32		06:20	18:50 (WEA 01)	07:06	06:58	07:47
	21:24	31 20:39 (WEA 02)	20:54		19:55	25 19:15 (WEA 01)	18:48	16:44	16:06
2	04:58	20:09 (WEA 02)	05:34		06:21	18:50 (WEA 01)	07:08	06:59	07:48
	21:24	30 20:39 (WEA 02)	20:53		19:53	25 19:15 (WEA 01)	18:45	16:42	16:05
3	04:59	20:08 (WEA 02)	05:35		06:23	18:49 (WEA 01)	07:09	07:01	07:49
	21:24	31 20:39 (WEA 02)	20:51		19:50	26 19:15 (WEA 01)	18:43	16:40	16:04
4	05:00	20:09 (WEA 02)	05:37		06:24	18:50 (WEA 01)	07:11	07:03	07:51
	21:23	30 20:39 (WEA 02)	20:50		19:48	25 19:15 (WEA 01)	18:41	16:39	16:04
5	05:00	20:10 (WEA 02)	05:38		06:26	18:49 (WEA 01)	07:13	07:05	07:52
	21:23	29 20:39 (WEA 02)	20:48		19:46	24 19:13 (WEA 01)	18:39	16:37	16:03
6	05:01	20:11 (WEA 02)	05:40		06:27	18:49 (WEA 01)	07:14	07:06	07:53
	21:22	28 20:39 (WEA 02)	20:46		19:44	23 19:12 (WEA 01)	18:37	16:35	16:03
7	05:02	20:11 (WEA 02)	05:41		06:29	18:50 (WEA 01)	07:16	07:08	07:54
	21:22	28 20:39 (WEA 02)	20:44		19:42	21 19:11 (WEA 01)	18:34	16:34	16:03
8	05:03	20:11 (WEA 02)	05:43		06:30	18:50 (WEA 01)	07:18	07:10	07:55
	21:21	27 20:38 (WEA 02)	20:43		19:39	19 19:09 (WEA 01)	18:32	16:32	16:02
9	05:04	20:12 (WEA 02)	05:44		06:32	18:52 (WEA 01)	07:19	07:11	07:57
	21:21	25 20:37 (WEA 02)	20:41		19:37	15 19:07 (WEA 01)	18:30	16:31	16:02
10	05:05	20:13 (WEA 02)	05:46		06:34	18:54 (WEA 01)	07:21	07:13	07:58
	21:20	24 20:37 (WEA 02)	20:39		19:35	10 19:04 (WEA 01)	18:28	16:29	16:02
11	05:06	20:14 (WEA 02)	05:47		06:35		07:22	07:15	07:59
	21:19	23 20:37 (WEA 02)	20:37		19:33		18:26	16:28	16:02
12	05:07	20:15 (WEA 02)	05:49		06:37		07:24	07:17	08:00
	21:19	21 20:36 (WEA 02)	20:35		19:30		18:24	16:26	16:02
13	05:08	20:16 (WEA 02)	05:50		06:38		07:26	07:18	08:01
	21:18	19 20:35 (WEA 02)	20:34		19:28		18:21	16:25	16:02
14	05:09	20:17 (WEA 02)	05:52		06:40		07:27	07:20	08:02
	21:17	17 20:34 (WEA 02)	20:32		19:26		18:19	16:23	16:02
15	05:10	20:19 (WEA 02)	05:53		06:41		07:29	07:22	08:03
	21:16	13 20:32 (WEA 02)	20:30		19:24		18:17	16:22	16:02
16	05:11	20:21 (WEA 02)	05:55		06:43		07:31	07:23	08:03
	21:15	9 20:30 (WEA 02)	20:28		19:21		18:15	16:20	16:02
17	05:12		05:56		06:44		07:32	07:25	08:04
	21:14		20:26		19:19		18:13	16:19	16:02
18	05:14		05:58		06:46		07:34	07:27	08:05
	21:13		20:24		19:17		18:11	16:18	16:02
19	05:15		06:00		06:47		07:36	07:28	08:06
	21:12		20:22		19:15		18:09	16:17	16:03
20	05:16		06:01		06:49		07:37	07:30	08:06
	21:11		20:20		19:12		18:07	16:16	16:03
21	05:17		06:03		06:51		07:39	07:31	08:07
	21:10		20:18		19:10		18:05	16:14	16:03
22	05:19		06:04		06:52		07:41	07:33	08:07
	21:08		20:16		19:08		18:03	16:13	16:04
23	05:20		06:06		06:54		07:42	07:35	08:08
	21:07		20:14		19:06		18:01	16:12	16:04
24	05:21		06:07		06:55		07:44	07:36	08:08
	21:06		20:12		19:03		17:59	16:11	16:05
25	05:23		06:09	19:00 (WEA 01)	06:57		06:46	07:38	08:09
	21:05		20:10	10 19:10 (WEA 01)	19:01		16:57	16:10	16:06
26	05:24		06:10	18:57 (WEA 01)	06:58		06:47	07:39	08:09
	21:03		20:08	15 19:12 (WEA 01)	18:59		16:55	16:09	16:06
27	05:25		06:12	18:56 (WEA 01)	07:00		06:49	07:41	08:09
	21:02		20:05	18 19:14 (WEA 01)	18:57		16:53	16:09	16:07
28	05:27		06:13	18:54 (WEA 01)	07:02		06:51	07:42	08:10
	21:00		20:03	20 19:14 (WEA 01)	18:54		16:51	16:08	16:08
29	05:28		06:15	18:53 (WEA 01)	07:03		06:52	07:44	08:10
	20:59		20:01	22 19:15 (WEA 01)	18:52		16:49	16:07	16:09
30	05:29		06:17	18:51 (WEA 01)	07:05		06:54	07:45	08:10
	20:57		19:59	24 19:15 (WEA 01)	18:50		16:48	16:06	16:10
31	05:31		06:18	18:51 (WEA 01)			06:56		08:10
	20:56		19:57	25 19:16 (WEA 01)			16:46		16:10
Sonnenscheinstunden	497		451		380		333	270	249
astr.max.mögl.Beschattung		385		134		213			

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: I - Kleinhartmannsdorf, Am Mühlgraben 5**

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:10	07:45	06:54	06:46	05:43	19:11 (WEA 01)	05:00	04:58	05:32	06:20	07:06	06:58	07:47
	16:12	16:58	17:47	19:39	20:27	14	19:25 (WEA 01)	21:11	21:24	20:54	19:55	18:48	16:44
2	08:10	07:44	06:52	06:43	05:41	19:13 (WEA 01)	04:59	04:58	05:34	06:21	07:08	06:59	07:48
	16:13	17:00	17:49	19:40	20:29	8	19:21 (WEA 01)	21:12	21:24	20:53	19:53	18:45	16:42
3	08:10	07:42	06:50	06:41	05:40			04:59	05:35	06:23	07:09	07:01	07:49
	16:14	17:01	17:51	19:42	20:30			21:13	21:24	20:51	19:50	18:43	16:40
4	08:10	07:40	06:48	06:39	05:38			04:58	05:00	05:37	06:24	07:11	07:03
	16:15	17:03	17:52	19:44	20:32			21:14	21:23	20:50	19:48	18:41	16:39
5	08:09	07:39	06:45	06:37	05:36			04:57	05:00	05:38	06:26	07:13	07:05
	16:16	17:05	17:54	19:45	20:34			21:15	21:23	20:48	19:46	18:39	16:37
6	08:09	07:37	06:43	06:35	05:34			04:57	05:01	05:40	06:27	07:14	07:06
	16:17	17:07	17:56	19:47	20:35			21:16	21:22	20:46	19:44	18:37	16:35
7	08:09	07:36	06:41	06:32	05:33			04:56	05:02	05:41	06:29	07:16	07:08
	16:19	17:08	17:57	19:48	20:37			21:17	21:22	20:44	19:42	18:34	16:34
8	08:08	07:34	06:39	06:30	05:31			04:56	05:03	05:43	06:30	07:18	07:10
	16:20	17:10	17:59	19:50	20:38			21:18	21:21	20:43	19:39	18:32	16:32
9	08:08	07:32	06:37	06:28	05:29			04:55	05:04	05:44	06:32	07:19	07:11
	16:21	17:12	18:01	19:52	20:40			21:18	21:21	20:41	19:37	18:30	16:31
10	08:08	07:31	06:35	06:26	05:28			04:55	05:05	05:46	06:34	07:21	07:13
	16:22	17:14	18:02	19:53	20:41			21:19	21:20	20:39	19:35	18:28	16:29
11	08:07	07:29	06:32	06:24	05:26			04:54	05:06	05:47	19:20 (WEA 01)	06:35	07:22
	16:24	17:16	18:04	19:55	20:43			21:20	21:19	20:37	11	19:31 (WEA 01)	19:33
12	08:06	07:27	06:30	06:22	19:19 (WEA 01)	05:24		04:54	05:07	05:49	19:18 (WEA 01)	06:37	07:24
	16:25	17:17	18:06	19:57	4	19:23 (WEA 01)	20:44	21:21	21:19	20:35	16	19:34 (WEA 01)	19:30
13	08:06	07:25	06:28	06:19	19:15 (WEA 01)	05:23		04:54	05:08	05:50	19:16 (WEA 01)	06:38	07:26
	16:27	17:19	18:08	19:58	13	19:28 (WEA 01)	20:46	21:21	21:18	20:34	19	19:35 (WEA 01)	19:28
14	08:05	07:23	06:26	06:17	19:12 (WEA 01)	05:21		04:54	05:09	05:52	19:15 (WEA 01)	06:40	07:27
	16:28	17:21	18:09	20:00	18	19:30 (WEA 01)	20:47	21:22	21:17	20:32	21	19:36 (WEA 01)	19:26
15	08:04	07:22	06:24	06:15	19:10 (WEA 01)	05:20		04:54	05:10	05:53	19:14 (WEA 01)	06:41	07:29
	16:30	17:23	18:11	20:01	21	19:31 (WEA 01)	20:49	21:22	21:16	20:30	23	19:37 (WEA 01)	19:24
16	08:04	07:20	06:21	06:13	19:09 (WEA 01)	05:18		04:53	05:11	05:55	19:13 (WEA 01)	06:43	07:31
	16:31	17:24	18:12	20:03	23	19:32 (WEA 01)	20:50	21:23	21:15	20:28	25	19:38 (WEA 01)	19:21
17	08:03	07:18	06:19	06:11	19:07 (WEA 01)	05:17		04:53	05:12	05:56	19:12 (WEA 01)	06:44	07:32
	16:33	17:26	18:14	20:05	25	19:32 (WEA 01)	20:52	21:23	21:14	20:26	26	19:38 (WEA 01)	19:19
18	08:02	07:16	06:17	06:09	19:06 (WEA 01)	05:16		04:53	05:14	05:58	19:11 (WEA 01)	06:46	07:34
	16:34	17:28	18:16	20:06	26	19:32 (WEA 01)	20:53	21:24	21:13	20:24	27	19:38 (WEA 01)	19:17
19	08:01	07:14	06:15	06:07	19:05 (WEA 01)	05:14		04:53	05:15	06:00	19:11 (WEA 01)	06:47	07:36
	16:36	17:30	18:17	20:08	28	19:33 (WEA 01)	20:55	21:24	21:12	20:22	27	19:38 (WEA 01)	19:15
20	08:00	07:12	06:12	06:05	19:05 (WEA 01)	05:13		04:53	05:16	06:01	19:10 (WEA 01)	06:49	07:37
	16:37	17:31	18:19	20:10	28	19:33 (WEA 01)	20:56	21:24	21:11	20:20	28	19:38 (WEA 01)	19:12
21	07:59	07:10	06:10	06:03	19:04 (WEA 01)	05:12		04:54	05:17	06:03	19:10 (WEA 01)	06:51	07:39
	16:39	17:33	18:21	20:11	29	19:33 (WEA 01)	20:57	21:25	21:10	20:18	28	19:38 (WEA 01)	19:10
22	07:58	07:08	06:08	06:01	19:05 (WEA 01)	05:10		04:54	05:19	06:04	19:09 (WEA 01)	06:52	07:41
	16:41	17:35	18:22	20:13	28	19:33 (WEA 01)	20:59	21:25	21:08	20:16	28	19:37 (WEA 01)	19:08
23	07:57	07:06	06:06	05:59	19:05 (WEA 01)	05:09		04:54	05:20	06:06	19:10 (WEA 01)	06:54	07:42
	16:42	17:37	18:24	20:14	28	19:33 (WEA 01)	21:00	21:25	21:07	20:14	27	19:37 (WEA 01)	19:06
24	07:56	07:04	06:04	05:57	19:05 (WEA 01)	05:08		04:54	05:21	06:07	19:09 (WEA 01)	06:55	07:44
	16:44	17:38	18:26	20:16	27	19:32 (WEA 01)	21:01	21:25	21:06	20:12	27	19:36 (WEA 01)	19:03
25	07:54	07:02	06:01	05:55	19:05 (WEA 01)	05:07		04:55	05:23	06:09	19:10 (WEA 01)	06:57	07:46
	16:46	17:40	18:27	20:18	27	19:32 (WEA 01)	21:03	21:25	21:05	20:10	26	19:36 (WEA 01)	19:01
26	07:53	07:00	05:59	05:53	19:05 (WEA 01)	05:06		04:55	05:24	06:10	19:10 (WEA 01)	06:58	07:47
	16:47	17:42	18:29	20:19	26	19:31 (WEA 01)	21:04	21:25	21:03	20:08	25	19:35 (WEA 01)	18:59
27	07:52	06:58	05:57	05:51	19:06 (WEA 01)	05:05		04:55	05:25	06:12	19:11 (WEA 01)	07:00	06:49
	16:49	17:44	18:31	20:21	24	19:30 (WEA 01)	21:05	21:25	21:02	20:06	23	19:34 (WEA 01)	18:57
28	07:51	06:56	05:55	05:49	19:06 (WEA 01)	05:04		04:56	05:27	06:13	19:11 (WEA 01)	07:02	06:51
	16:51	17:45	18:32	20:22	23	19:29 (WEA 01)	21:06	21:25	21:00	20:03	21	19:32 (WEA 01)	18:54
29	07:49		06:52	05:47	19:07 (WEA 01)	05:03		04:56	05:28	06:15	19:13 (WEA 01)	07:03	06:53
	16:52		19:34	20:24	20	19:27 (WEA 01)	21:07	21:25	20:59	20:01	18	19:31 (WEA 01)	18:52
30	07:48		06:50	05:45	19:09 (WEA 01)	05:02		04:57	05:29	06:17	19:15 (WEA 01)	07:05	06:54
	16:54		19:35	20:26	18	19:27 (WEA 01)	21:09	21:25	20:57	19:59	12	19:27 (WEA 01)	18:50
31	07:46		06:48		05:01			04:57	05:31	06:18	19:20 (WEA 01)		06:56
	16:56		19:37		21:10			20:56	19:57	3	19:23 (WEA 01)		16:46
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	436	480	493	496	451	461	380	333	270
astr.max.mögl.Beschattung						22							249

**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)		Zeitpunkt (SS:MM) Schattende (WEA mit letztem Schatten)	
			Minuten mit Schatten	

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** J - Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39		05:43 20:27	25	19:28 (WEA 01) 19:53 (WEA 01)	05:00 21:11
2	08:10 16:13	07:44 17:00	06:52 17:49	06:43 19:40		05:41 20:29	26	19:27 (WEA 01) 19:53 (WEA 01)	04:59 21:12
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42		05:40 20:30	27	19:26 (WEA 01) 19:53 (WEA 01)	04:59 21:13
4	08:10 16:15	07:40 17:03	06:47 17:52	06:39 19:44		05:38 20:32	27	19:27 (WEA 01) 19:54 (WEA 01)	04:58 21:14
5	08:09 16:16	07:39 17:05	06:45 17:54	06:37 19:45		05:36 20:34	28	19:26 (WEA 01) 19:54 (WEA 01)	04:57 21:15
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47		05:34 20:35	28	19:25 (WEA 01) 19:53 (WEA 01)	04:57 21:16
7	08:09 16:19	07:36 17:08	06:41 17:57	06:32 19:48		05:33 20:37	28	19:26 (WEA 01) 19:54 (WEA 01)	04:56 21:17
8	08:08 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50		05:31 20:38	28	19:25 (WEA 01) 19:53 (WEA 01)	04:56 21:18
9	08:08 16:21	07:32 17:12	06:37 18:01	06:28 19:52		05:29 20:40	28	19:26 (WEA 01) 19:54 (WEA 01)	04:55 21:18
10	08:08 16:22	07:31 17:14	06:35 18:02	06:26 19:53		05:28 20:41	27	19:26 (WEA 01) 19:53 (WEA 01)	04:55 21:19
11	08:07 16:24	07:29 17:16	06:32 18:04	06:24 19:55		05:26 20:43	26	19:27 (WEA 01) 19:53 (WEA 01)	04:54 21:20
12	08:06 16:25	07:27 17:17	06:30 18:06	06:22 19:57		05:24 20:44	25	19:27 (WEA 01) 19:52 (WEA 01)	04:54 21:20
13	08:06 16:27	07:25 17:19	06:28 18:08	06:19 19:58		05:23 20:46	24	19:28 (WEA 01) 19:52 (WEA 01)	04:54 21:21
14	08:05 16:28	07:23 17:21	06:26 18:09	06:17 20:00		05:21 20:47	23	19:28 (WEA 01) 19:51 (WEA 01)	04:54 21:22
15	08:04 16:30	07:22 17:23	06:24 18:11	06:15 20:01		05:20 20:49	21	19:29 (WEA 01) 19:50 (WEA 01)	04:54 21:22
16	08:04 16:31	07:20 17:24	06:21 18:12	06:13 20:03		05:18 20:50	20	19:30 (WEA 01) 19:50 (WEA 01)	04:53 21:23
17	08:03 16:33	07:18 17:26	06:19 18:14	06:11 20:05		05:17 20:52	18	19:30 (WEA 01) 19:48 (WEA 01)	04:53 21:23
18	08:02 16:34	07:16 17:28	06:17 18:16	06:09 20:06		05:16 20:53	15	19:32 (WEA 01) 19:47 (WEA 01)	04:53 21:24
19	08:01 16:36	07:14 17:30	06:15 18:17	06:07 20:08		05:14 20:55	11	19:34 (WEA 01) 19:45 (WEA 01)	04:53 21:24
20	08:00 16:37	07:12 17:31	06:12 18:19	06:05 20:10		05:13 20:56	6	19:37 (WEA 01) 19:43 (WEA 01)	04:53 21:24
21	07:59 16:39	07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11		05:12 20:57		05:12 20:57	04:54 21:25
22	07:58 16:41	07:08 17:35	06:08 18:22	06:01 20:13		05:10 20:59		05:10 20:59	04:54 21:25
23	07:57 16:42	07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:14		05:09 21:00		05:09 21:00	04:54 21:25
24	07:56 16:44	07:04 17:38	06:04 18:26	05:57 20:16		05:08 21:01		05:08 21:01	04:54 21:25
25	07:54 16:46	07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18		05:07 21:03		05:07 21:03	04:55 21:25
26	07:53 16:47	07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	10	05:06 19:36 (WEA 01)		05:06 19:46 (WEA 01)	04:55 21:25
27	07:52 16:49	06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	15	05:05 19:33 (WEA 01)		05:05 19:48 (WEA 01)	04:55 21:25
28	07:51 16:51	06:56 17:45	05:55 18:32	05:49 20:22	19	05:04 19:31 (WEA 01)		05:04 19:50 (WEA 01)	04:56 21:25
29	07:49 16:53		06:52 19:34	05:47 20:24	21	05:03 19:30 (WEA 01)		05:03 19:51 (WEA 01)	04:56 21:25
30	07:48 16:54		06:50 19:35	05:45 20:26	23	05:02 19:29 (WEA 01)		05:02 19:52 (WEA 01)	04:57 21:25
31	07:46 16:56		06:48 19:37			05:01 21:10		05:01 21:10	
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	88	480	461		493
astr.max.mögl.Beschattung									

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** J - Kleinhartmannsdorf, An der Kirche 1

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	04:58	05:32	19:37 (WEA 01)	06:20	07:06	06:58	07:47
	21:24	20:54	26 20:03 (WEA 01)	19:55	18:48	16:44	16:06
2	04:58	05:34	19:37 (WEA 01)	06:21	07:08	06:59	07:48
	21:24	20:53	27 20:04 (WEA 01)	19:53	18:45	16:42	16:05
3	04:59	05:35	19:36 (WEA 01)	06:23	07:09	07:01	07:49
	21:24	20:51	28 20:04 (WEA 01)	19:50	18:43	16:40	16:04
4	05:00	05:37	19:36 (WEA 01)	06:24	07:11	07:03	07:51
	21:23	20:50	27 20:03 (WEA 01)	19:48	18:41	16:39	16:04
5	05:00	05:38	19:36 (WEA 01)	06:26	07:13	07:05	07:52
	21:23	20:48	28 20:04 (WEA 01)	19:46	18:39	16:37	16:03
6	05:01	05:40	19:35 (WEA 01)	06:27	07:14	07:06	07:53
	21:22	20:46	28 20:03 (WEA 01)	19:44	18:37	16:35	16:03
7	05:02	05:41	19:36 (WEA 01)	06:29	07:16	07:08	07:54
	21:22	20:44	28 20:04 (WEA 01)	19:42	18:34	16:34	16:03
8	05:03	05:43	19:35 (WEA 01)	06:30	07:18	07:10	07:55
	21:21	20:43	28 20:03 (WEA 01)	19:39	18:32	16:32	16:02
9	05:04	05:44	19:35 (WEA 01)	06:32	07:19	07:11	07:57
	21:21	20:41	27 20:02 (WEA 01)	19:37	18:30	16:31	16:02
10	05:05	05:46	19:36 (WEA 01)	06:34	07:21	07:13	07:58
	21:20	20:39	27 20:03 (WEA 01)	19:35	18:28	16:29	16:02
11	05:06	05:47	19:36 (WEA 01)	06:35	07:22	07:15	07:59
	21:19	20:37	25 20:01 (WEA 01)	19:33	18:26	16:28	16:02
12	05:07	05:49	19:37 (WEA 01)	06:37	07:24	07:17	08:00
	21:19	20:35	24 20:01 (WEA 01)	19:30	18:24	16:26	16:02
13	05:08	05:50	19:37 (WEA 01)	06:38	07:26	07:18	08:01
	21:18	20:34	23 20:00 (WEA 01)	19:28	18:21	16:25	16:02
14	05:09	05:52	19:39 (WEA 01)	06:40	07:27	07:20	08:02
	21:17	20:32	20 19:59 (WEA 01)	19:26	18:19	16:23	16:02
15	05:10	05:53	19:39 (WEA 01)	06:41	07:29	07:22	08:03
	21:16	20:30	18 19:57 (WEA 01)	19:24	18:17	16:22	16:02
16	05:11	05:55	19:42 (WEA 01)	06:43	07:31	07:23	08:03
	21:15	20:28	13 19:55 (WEA 01)	19:21	18:15	16:21	16:02
17	05:12	05:56	19:44 (WEA 01)	06:44	07:32	07:25	08:04
	21:14	20:26	8 19:52 (WEA 01)	19:19	18:13	16:19	16:02
18	05:14	05:58		06:46	07:34	07:27	08:05
	21:13	20:24		19:17	18:11	16:18	16:02
19	05:15	06:00		06:47	07:36	07:28	08:06
	21:12	20:22		19:15	18:09	16:17	16:03
20	05:16	06:01		06:49	07:37	07:30	08:06
	21:11	20:20		19:12	18:07	16:16	16:03
21	05:17	06:03		06:51	07:39	07:31	08:07
	21:10	20:18		19:10	18:05	16:14	16:04
22	05:19	06:04		06:52	07:41	07:33	08:07
	21:08	20:16		19:08	18:03	16:13	16:04
23	05:20	06:06		06:54	07:42	07:35	08:08
	21:07	20:14		19:06	18:01	16:12	16:04
24	05:21	19:46 (WEA 01)	06:07	06:55	07:44	07:36	08:08
	21:06	9 19:55 (WEA 01)	20:12	19:03	17:59	16:11	16:05
25	05:23	19:44 (WEA 01)	06:09	06:57	06:46	07:38	08:09
	21:05	13 19:57 (WEA 01)	20:10	19:01	16:57	16:10	16:06
26	05:24	19:42 (WEA 01)	06:10	06:58	06:47	07:39	08:09
	21:03	16 19:58 (WEA 01)	20:08	18:59	16:55	16:09	16:06
27	05:25	19:41 (WEA 01)	06:12	07:00	06:49	07:41	08:09
	21:02	19 20:00 (WEA 01)	20:05	18:57	16:53	16:09	16:07
28	05:27	19:40 (WEA 01)	06:13	07:02	06:51	07:42	08:10
	21:00	20 20:00 (WEA 01)	20:03	18:54	16:51	16:08	16:08
29	05:28	19:39 (WEA 01)	06:15	07:03	06:52	07:44	08:10
	20:59	22 20:01 (WEA 01)	20:01	18:52	16:49	16:07	16:09
30	05:29	19:39 (WEA 01)	06:17	07:05	06:54	07:45	08:10
	20:57	23 20:02 (WEA 01)	19:59	18:50	16:48	16:06	16:10
31	05:31	19:38 (WEA 01)	06:18		06:56		08:10
	20:56	25 20:03 (WEA 01)	19:57		16:46		16:11
Sonnenscheinstunden	496	451		380	333	270	249
astr.max.mögl.Beschattung	147	405					

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

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

Projekt: **Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet: 26.04.2024 15:28/3.5.584

**SHADOW - Kalender**  
**Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: K - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33**

**Annahmen für Schattenwurfberechnung**  
 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	08:10	07:45	06:54	06:46	05:43	05:00	19:48 (WEA 01)
	16:12	16:58	17:47	19:39	20:27	21:11	28 20:16 (WEA 01)
2	08:10	07:44	06:52	06:43	05:41	04:59	19:48 (WEA 01)
	16:13	17:00	17:49	19:40	20:29	21:12	28 20:16 (WEA 01)
3	08:10	07:42	06:50	06:41	05:40	04:59	19:48 (WEA 01)
	16:14	17:01	17:51	19:42	20:30	21:13	27 20:15 (WEA 01)
4	08:10	07:40	06:48	06:39	05:38	04:58	19:49 (WEA 01)
	16:15	17:03	17:52	19:44	20:32	21:14	27 20:16 (WEA 01)
5	08:09	07:39	06:45	06:37	05:36	04:57	19:49 (WEA 01)
	16:16	17:05	17:54	19:45	20:34	21:15	26 20:15 (WEA 01)
6	08:09	07:37	06:43	06:35	05:34	04:57	19:50 (WEA 01)
	16:17	17:07	17:56	19:47	20:35	21:16	26 20:16 (WEA 01)
7	08:09	07:36	06:41	06:32	05:33	04:56	19:49 (WEA 01)
	16:19	17:08	17:57	19:48	20:37	21:17	26 20:15 (WEA 01)
8	08:08	07:34	06:39	06:30	05:31	04:56	19:50 (WEA 01)
	16:20	17:10	17:59	19:50	20:38	21:18	25 20:15 (WEA 01)
9	08:08	07:32	06:37	06:28	05:29	04:55	19:51 (WEA 01)
	16:21	17:12	18:01	19:52	20:40	21:18	25 20:16 (WEA 01)
10	08:08	07:31	06:35	06:26	05:28	19:59 (WEA 01)	04:55
	16:22	17:14	18:02	19:53	20:41	2 20:01 (WEA 01)	21:19
11	08:07	07:29	06:32	06:24	05:26	19:55 (WEA 01)	04:54
	16:24	17:16	18:04	19:55	20:43	11 20:06 (WEA 01)	21:20
12	08:06	07:27	06:30	06:22	05:24	19:52 (WEA 01)	04:54
	16:25	17:17	18:06	19:57	20:44	16 20:08 (WEA 01)	21:20
13	08:06	07:25	06:28	06:19	05:23	19:51 (WEA 01)	04:54
	16:27	17:19	18:08	19:58	20:46	19 20:10 (WEA 01)	21:21
14	08:05	07:23	06:26	06:17	05:21	19:49 (WEA 01)	04:54
	16:28	17:21	18:09	20:00	20:47	21 20:10 (WEA 01)	21:22
15	08:04	07:22	06:24	06:15	05:20	19:49 (WEA 01)	04:54
	16:30	17:23	18:11	20:01	20:49	22 20:11 (WEA 01)	21:22
16	08:04	07:20	06:21	06:13	05:18	19:48 (WEA 01)	04:53
	16:31	17:24	18:13	20:03	20:50	24 20:12 (WEA 01)	21:23
17	08:03	07:18	06:19	06:11	05:17	19:48 (WEA 01)	04:53
	16:33	17:26	18:14	20:05	20:52	25 20:13 (WEA 01)	21:23
18	08:02	07:16	06:17	06:09	05:16	19:47 (WEA 01)	04:53
	16:34	17:28	18:16	20:06	20:53	26 20:13 (WEA 01)	21:24
19	08:01	07:14	06:15	06:07	05:14	19:47 (WEA 01)	04:53
	16:36	17:30	18:17	20:08	20:55	27 20:14 (WEA 01)	21:24
20	08:00	07:12	06:12	06:05	05:13	19:46 (WEA 01)	04:54
	16:37	17:32	18:19	20:10	20:56	28 20:14 (WEA 01)	21:24
21	07:59	07:10	06:10	06:03	05:12	19:46 (WEA 01)	04:54
	16:39	17:33	18:21	20:11	20:57	29 20:15 (WEA 01)	21:25
22	07:58	07:08	06:08	06:01	05:10	19:46 (WEA 01)	04:54
	16:41	17:35	18:22	20:13	20:59	29 20:15 (WEA 01)	21:25
23	07:57	07:06	06:06	05:59	05:09	19:46 (WEA 01)	04:54
	16:42	17:37	18:24	20:14	21:00	30 20:16 (WEA 01)	21:25
24	07:56	07:04	06:04	05:57	05:08	19:45 (WEA 01)	04:54
	16:44	17:39	18:26	20:16	21:01	30 20:15 (WEA 01)	21:25
25	07:54	07:02	06:01	05:55	05:07	19:46 (WEA 01)	04:55
	16:46	17:40	18:27	20:18	21:03	30 20:16 (WEA 01)	21:25
26	07:53	07:00	05:59	05:53	05:06	19:46 (WEA 01)	04:55
	16:47	17:42	18:29	20:19	21:04	30 20:16 (WEA 01)	21:25
27	07:52	06:58	05:57	05:51	05:05	19:46 (WEA 01)	04:55
	16:49	17:44	18:31	20:21	21:05	30 20:16 (WEA 01)	21:25
28	07:51	06:56	05:55	05:49	05:04	19:47 (WEA 01)	04:56
	16:51	17:45	18:32	20:22	21:06	29 20:16 (WEA 01)	21:25
29	07:49		06:52	05:47	05:03	19:47 (WEA 01)	04:56
	16:53		19:34	20:24	21:07	29 20:16 (WEA 01)	21:25
30	07:48		06:50	05:45	05:02	19:47 (WEA 01)	04:57
	16:54		19:35	20:26	21:09	29 20:16 (WEA 01)	21:25
31	07:46		06:48		05:01	19:47 (WEA 01)	
	16:56		19:37		21:10	28 20:15 (WEA 01)	
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	480		493
astr.max.mögl.Beschattung					544		702

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

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

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

Berechnet:  
26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** K - Kleinhartmannsdorf, Dorfstraße 33

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

- 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

Juli		August		September		Oktober		November		Dezember			
1	04:58	19:56 (WEA 01)	05:32	14	20:03 (WEA 01)	06:20	07:06	06:58	07:47				
	21:24	23	20:19 (WEA 01)	20:54		19:55	18:48	16:44	16:06				
2	04:58	19:56 (WEA 01)	05:34		20:06 (WEA 01)	06:21	07:08	06:59	07:48				
	21:24	24	20:20 (WEA 01)	20:53	10	20:16 (WEA 01)	19:53	18:45	16:42	16:05			
3	04:59	19:55 (WEA 01)	05:35			06:23	07:09	07:01	07:49				
	21:24	25	20:20 (WEA 01)	20:51		19:50	18:43	16:40	16:04				
4	05:00	19:56 (WEA 01)	05:37			06:24	07:11	07:03	07:51				
	21:23	25	20:21 (WEA 01)	20:50		19:48	18:41	16:39	16:04				
5	05:00	19:56 (WEA 01)	05:38			06:26	07:13	07:05	07:52				
	21:23	25	20:21 (WEA 01)	20:48		19:46	18:39	16:37	16:04				
6	05:01	19:56 (WEA 01)	05:40			06:27	07:14	07:06	07:53				
	21:22	26	20:22 (WEA 01)	20:46		19:44	18:37	16:35	16:03				
7	05:02	19:56 (WEA 01)	05:41			06:29	07:16	07:08	07:54				
	21:22	26	20:22 (WEA 01)	20:44		19:42	18:34	16:34	16:03				
8	05:03	19:55 (WEA 01)	05:43			06:30	07:18	07:10	07:55				
	21:21	27	20:22 (WEA 01)	20:43		19:39	18:32	16:32	16:02				
9	05:04	19:55 (WEA 01)	05:44			06:32	07:19	07:11	07:57				
	21:21	27	20:22 (WEA 01)	20:41		19:37	18:30	16:31	16:02				
10	05:05	19:55 (WEA 01)	05:46			06:34	07:21	07:13	07:58				
	21:20	28	20:23 (WEA 01)	20:39		19:35	18:28	16:29	16:02				
11	05:06	19:55 (WEA 01)	05:47			06:35	07:22	07:15	07:59				
	21:19	28	20:23 (WEA 01)	20:37		19:33	18:26	16:28	16:02				
12	05:07	19:55 (WEA 01)	05:49			06:37	07:24	07:17	08:00				
	21:19	29	20:24 (WEA 01)	20:35		19:30	18:24	16:26	16:02				
13	05:08	19:55 (WEA 01)	05:50			06:38	07:26	07:18	08:01				
	21:18	29	20:24 (WEA 01)	20:34		19:28	18:21	16:25	16:02				
14	05:09	19:55 (WEA 01)	05:52			06:40	07:27	07:20	08:02				
	21:17	29	20:24 (WEA 01)	20:32		19:26	18:19	16:23	16:02				
15	05:10	19:55 (WEA 01)	05:53			06:41	07:29	07:22	08:03				
	21:16	29	20:24 (WEA 01)	20:30		19:24	18:17	16:22	16:02				
16	05:11	19:55 (WEA 01)	05:55			06:43	07:31	07:23	08:03				
	21:15	29	20:24 (WEA 01)	20:28		19:21	18:15	16:21	16:02				
17	05:12	19:55 (WEA 01)	05:56			06:44	07:32	07:25	08:04				
	21:14	29	20:24 (WEA 01)	20:26		19:19	18:13	16:19	16:02				
18	05:14	19:56 (WEA 01)	05:58			06:46	07:34	07:27	08:05				
	21:13	29	20:25 (WEA 01)	20:24		19:17	18:11	16:18	16:02				
19	05:15	19:56 (WEA 01)	06:00			06:47	07:36	07:28	08:06				
	21:12	29	20:25 (WEA 01)	20:22		19:15	18:09	16:17	16:03				
20	05:16	19:56 (WEA 01)	06:01			06:49	07:37	07:30	08:06				
	21:11	29	20:25 (WEA 01)	20:20		19:12	18:07	16:16	16:03				
21	05:17	19:56 (WEA 01)	06:03			06:51	07:39	07:31	08:07				
	21:10	29	20:25 (WEA 01)	20:18		19:10	18:05	16:14	16:04				
22	05:19	19:56 (WEA 01)	06:04			06:52	07:41	07:33	08:07				
	21:08	29	20:25 (WEA 01)	20:16		19:08	18:03	16:13	16:04				
23	05:20	19:56 (WEA 01)	06:06			06:54	07:42	07:35	08:08				
	21:07	28	20:24 (WEA 01)	20:14		19:06	18:01	16:12	16:05				
24	05:21	19:57 (WEA 01)	06:07			06:55	07:44	07:36	08:08				
	21:06	28	20:25 (WEA 01)	20:12		19:03	17:59	16:11	16:05				
25	05:23	19:57 (WEA 01)	06:09			06:57	07:46	07:38	08:09				
	21:05	27	20:24 (WEA 01)	20:10		19:01	16:57	16:10	16:06				
26	05:24	19:57 (WEA 01)	06:10			06:58	07:47	07:39	08:09				
	21:03	26	20:23 (WEA 01)	20:08		18:59	16:55	16:09	16:06				
27	05:25	19:59 (WEA 01)	06:12			07:00	07:49	07:41	08:09				
	21:02	25	20:24 (WEA 01)	20:06		18:57	16:53	16:09	16:07				
28	05:27	19:59 (WEA 01)	06:13			07:02	07:51	07:42	08:10				
	21:00	24	20:23 (WEA 01)	20:03		18:54	16:51	16:08	16:08				
29	05:28	19:59 (WEA 01)	06:15			07:03	07:53	07:44	08:10				
	20:59	22	20:21 (WEA 01)	20:01		18:52	16:49	16:07	16:09				
30	05:30	20:01 (WEA 01)	06:17			07:05	07:54	07:45	08:10				
	20:57	20	20:21 (WEA 01)	19:59		18:50	16:48	16:06	16:10				
31	05:31	20:02 (WEA 01)	06:18				06:56		08:10				
	20:56	17	20:19 (WEA 01)	19:57			16:46		16:11				
Sonnenscheinstunden		496		451		380		333		270		249	
astr.max.mögl.Beschattung		820		24									

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

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



Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** M - Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	08:10   16:12	07:45   16:58	06:54   17:47	07:52 (WEA 01)   19:39	05:43   20:27	06:09 (WEA 04)   21:11	
2	08:10   16:13	07:44   17:00	06:52   17:49	07:52 (WEA 01)   19:40	05:42   20:29	06:07 (WEA 04)   21:12	
3	08:10   16:14	07:42   17:01	06:50   17:51	07:51 (WEA 01)   19:42	05:40   20:31	06:07 (WEA 04)   21:13	
4	08:10   16:15	07:41   17:03	06:48   17:52	07:52 (WEA 01)   19:44	05:38   20:32	06:06 (WEA 04)   21:14	
5	08:10   16:16	07:39   17:05	06:46   17:54	07:53 (WEA 01)   19:45	05:36   20:34	06:05 (WEA 04)   21:15	
6	08:09   16:17	07:37   17:07	06:43   17:56	07:53 (WEA 01)   19:47	05:34   20:35	06:05 (WEA 04)   21:16	
7	08:09   16:19	07:36   17:09	06:41   17:58	07:55 (WEA 01)   19:49	05:33   20:37	06:04 (WEA 04)   21:17	
8	08:09   16:20	07:34   17:10	06:39   17:59	07:56 (WEA 01)   19:50	05:31   20:38	06:03 (WEA 04)   21:18	
9	08:08   16:21	07:32   17:12	06:37   18:01	07:57 (WEA 01)   19:52	05:29   20:40	06:04 (WEA 04)   21:19	
10	08:08   16:23	07:31   17:14	06:35   18:03	08:00 (WEA 01)   19:53	05:28   20:41	06:03 (WEA 04)   21:19	
11	08:07   16:24	07:29   17:16	06:33   18:04	08:13 (WEA 01)   19:55	05:26   20:43	06:03 (WEA 04)   21:20	
12	08:07   16:25	07:27   17:17	06:30   18:06	06:24   19:57	05:24   20:45	06:04 (WEA 04)   21:21	
13	08:06   16:27	07:25   17:19	06:28   18:08	06:20   19:58	05:23   20:46	06:04 (WEA 04)   21:21	
14	08:05   16:28	07:24   17:21	06:26   18:09	06:17   20:00	05:21   20:47	06:05 (WEA 04)   21:22	
15	08:04   16:30	07:22   17:23	06:24   18:11	06:15   20:02	05:20   20:49	06:05 (WEA 04)   21:22	
16	08:04   16:31	07:20   17:25	06:21   18:13	06:13   20:03	05:18   20:50	06:06 (WEA 04)   21:23	
17	08:03   16:33	07:18   17:26	06:19   18:14	06:11   20:05	05:17   20:52	06:08 (WEA 04)   21:23	
18	08:02   16:34	07:16   17:28	06:17   18:16	06:09   20:06	05:16   20:53	06:08 (WEA 04)   21:24	
19	08:01   16:36	07:14   17:30	06:15   18:18	06:07   20:08	05:14   20:55	06:11 (WEA 04)   21:24	
20	08:00   16:37	07:12   17:32	06:13   18:19	06:05   20:10	05:13   20:56	06:18 (WEA 04)   21:24	
21	07:59   16:39	07:10   17:33	06:10   18:21	06:03   20:11	05:12   20:57	06:18 (WEA 04)   21:25	
22	07:58   16:41	07:08   17:35	06:08   18:23	06:01   20:13	05:10   20:59	06:19 (WEA 04)   21:25	
23	07:57   16:42	07:06   17:37	06:06   18:24	05:59   20:15	05:09   21:00	06:19 (WEA 04)   21:25	
24	07:56   16:44	07:04   17:39	06:04   18:26	06:36 (WEA 02)   20:16	05:08   21:01	06:19 (WEA 04)   21:25	
25	07:55   16:46	07:02   17:40	06:01   18:27	06:30 (WEA 02)   20:18	05:07   21:03	06:19 (WEA 04)   21:25	
26	07:53   16:47	07:00   17:42	05:59   18:29	06:27 (WEA 02)   20:19	05:06   21:04	06:19 (WEA 04)   21:25	
27	07:52   16:49	06:58   17:44	05:57   18:31	06:26 (WEA 02)   20:21	05:05   21:05	06:19 (WEA 04)   21:25	
28	07:51   16:51	06:56   17:46	05:55   18:32	06:25 (WEA 02)   20:23	05:04   21:06	06:19 (WEA 04)   21:25	
29	07:49   16:53	06:54   17:48	05:52   18:34	06:24 (WEA 02)   20:24	05:03   21:08	06:19 (WEA 04)   21:25	
30	07:48   16:54	06:52   17:50	05:50   18:36	07:22 (WEA 02)   20:26	06:13 (WEA 04)   21:09	06:19 (WEA 04)   21:25	
31	07:47   16:56	06:50   17:52	05:48   18:37	07:22 (WEA 02)   20:27	06:19 (WEA 04)   21:10	06:19 (WEA 04)   21:25	
Sonnenscheinstunden		264	280	367	414	480	493
astr.max.mögl.Beschattung			361	422	182	337	

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

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

Projekt: **Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet: 26.04.2024 15:28/3.5.584

**SHADOW - Kalender**  
**Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: M - Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 1**

**Annahmen für Schattenwurfberechnung**  
 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	04:58	05:32	06:14 (WEA 04)	06:20	07:06	06:58   07:47	
2	21:25	20:55	21 06:35 (WEA 04)	19:55	18:48	16:44   16:06	
3	04:58	05:34	06:14 (WEA 04)	06:21	07:08	07:00   07:48	
4	21:24	20:53	22 06:36 (WEA 04)	19:53	18:46	16:42   16:05	
5	04:59	05:35	06:14 (WEA 04)	06:23	07:10	07:01   07:49	
6	21:24	20:51	22 06:36 (WEA 04)	19:51	6 07:26 (WEA 02)	07:10   16:41	
7	05:00	05:37	06:13 (WEA 04)	06:24	07:11	9 08:49 (WEA 01)	16:41   16:05
8	21:24	20:50	22 06:35 (WEA 04)	19:48	13 07:32 (WEA 02)	17 08:53 (WEA 01)	16:41   16:05
9	05:01	05:38	06:14 (WEA 04)	06:26	17 07:20 (WEA 02)	21 08:33 (WEA 01)	16:41   16:05
10	21:23	20:48	22 06:36 (WEA 04)	19:46	20 07:37 (WEA 02)	24 08:54 (WEA 01)	16:37   16:04
11	05:01	05:40	06:13 (WEA 04)	06:28	17 07:19 (WEA 02)	21 08:31 (WEA 01)	16:37   16:04
12	21:23	20:46	22 06:35 (WEA 04)	19:44	20 07:39 (WEA 02)	25 08:56 (WEA 01)	16:35   16:03
13	05:02	05:41	06:14 (WEA 04)	06:29	20 07:17 (WEA 02)	25 08:30 (WEA 01)	16:35   16:03
14	21:22	20:45	21 06:35 (WEA 04)	19:42	22 07:39 (WEA 02)	28 08:58 (WEA 01)	16:34   16:03
15	05:03	05:43	06:14 (WEA 04)	06:31	22 07:16 (WEA 02)	28 08:28 (WEA 01)	16:34   16:03
16	21:22	20:43	20 06:34 (WEA 04)	19:40	24 07:40 (WEA 02)	30 08:58 (WEA 01)	16:32   16:03
17	05:04	05:44	06:15 (WEA 04)	06:32	24 07:15 (WEA 02)	30 08:27 (WEA 01)	16:32   16:03
18	21:21	20:41	19 06:34 (WEA 04)	19:37	24 07:39 (WEA 02)	32 08:59 (WEA 01)	16:31   16:02
19	05:05	05:46	06:16 (WEA 04)	06:34	25 07:15 (WEA 02)	32 08:27 (WEA 01)	16:31   16:02
20	21:20	20:39	16 06:32 (WEA 04)	19:35	25 07:40 (WEA 02)	33 09:00 (WEA 01)	16:29   16:02
21	05:06	05:47	06:16 (WEA 04)	06:35	25 07:14 (WEA 02)	33 08:25 (WEA 01)	16:29   16:02
22	21:19	20:37	15 06:31 (WEA 04)	19:33	25 07:39 (WEA 02)	34 08:59 (WEA 01)	16:28   16:02
23	05:07	05:49	06:19 (WEA 04)	06:37	25 07:14 (WEA 02)	34 08:25 (WEA 01)	16:28   16:02
24	21:19	20:36	10 06:29 (WEA 04)	19:31	25 07:39 (WEA 02)	35 09:00 (WEA 01)	16:26   16:02
25	05:08	05:50	06:22 (WEA 04)	06:38	25 07:13 (WEA 02)	35 08:25 (WEA 01)	16:26   16:02
26	21:18	20:34	3 06:25 (WEA 04)	19:28	25 07:38 (WEA 02)	35 09:00 (WEA 01)	16:25   16:02
27	05:09	05:52		06:40	25 07:14 (WEA 02)	35 08:25 (WEA 01)	16:25   16:02
28	21:17	20:32		19:26	24 07:38 (WEA 02)	35 09:00 (WEA 01)	16:23   16:02
29	05:10	05:54		06:41	24 07:14 (WEA 02)	35 08:24 (WEA 01)	16:22   16:02
30	21:16	20:30		19:24	22 07:36 (WEA 02)	35 08:59 (WEA 01)	16:22   16:02
31	05:11	05:55		06:43	22 07:15 (WEA 02)	35 08:24 (WEA 01)	16:22   16:02
32	21:15	20:28		19:22	20 07:35 (WEA 02)	35 08:59 (WEA 01)	16:21   16:02
33	05:12	05:57		06:45	20 07:15 (WEA 02)	35 08:25 (WEA 01)	16:21   16:02
34	21:14	20:26		19:19	18 07:33 (WEA 02)	34 08:59 (WEA 01)	16:19   16:02
35	05:14	05:58		06:46	18 07:18 (WEA 02)	34 08:24 (WEA 01)	16:19   16:02
36	21:13	20:24		19:17	13 07:31 (WEA 02)	33 08:57 (WEA 01)	16:18   16:03
37	05:15	06:00		06:48	13 07:20 (WEA 02)	33 08:25 (WEA 01)	16:18   16:03
38	21:12	20:22		19:15	7 07:27 (WEA 02)	32 08:57 (WEA 01)	16:17   16:03
39	05:16	06:01		06:49		32 08:26 (WEA 01)	16:17   16:03
40	21:11	20:20		19:13		30 08:56 (WEA 01)	16:16   16:03
41	05:17	06:03		06:51		30 08:27 (WEA 01)	16:16   16:03
42	21:10	20:18		19:10		28 08:55 (WEA 01)	16:15   16:04
43	05:19	06:04		06:52		28 08:28 (WEA 01)	16:15   16:04
44	21:09	20:16		19:08		26 08:54 (WEA 01)	16:13   16:04
45	05:20	06:06		06:54		26 08:29 (WEA 01)	16:13   16:04
46	21:07	20:14		19:06		23 08:52 (WEA 01)	16:12   16:05
47	05:21	06:07		06:55		23 08:31 (WEA 01)	16:12   16:05
48	21:06	2 06:26 (WEA 04)		19:03		19 08:50 (WEA 01)	16:11   16:05
49	05:23	06:20 (WEA 04)		06:57		19 07:33 (WEA 01)	16:11   16:05
50	21:05	9 06:29 (WEA 04)		19:01		14 07:47 (WEA 01)	16:10   16:06
51	05:24	06:18 (WEA 04)		06:59		14 07:39 (WEA 01)	16:10   16:06
52	21:03	13 06:31 (WEA 04)		18:59		3 07:42 (WEA 01)	16:10   16:06
53	05:25	06:18 (WEA 04)		07:00			16:10   16:06
54	21:02	14 06:32 (WEA 04)		18:57			16:09   16:07
55	05:27	06:17 (WEA 04)		07:02			16:09   16:07
56	21:01	16 06:33 (WEA 04)		18:54			16:08   16:08
57	05:28	06:15 (WEA 04)		07:03			16:08   16:08
58	20:59	19 06:34 (WEA 04)		18:52			16:07   16:09
59	05:30	06:15 (WEA 04)		07:05			16:07   16:09
60	20:58	20 06:35 (WEA 04)		18:50			16:06   16:10
61	05:31	06:15 (WEA 04)		07:05			16:06   16:10
62	20:56	20 06:35 (WEA 04)		19:57			16:46   16:11
63	Sonnenscheinstunden	497	451	380	333	270	249
64	astr.max.mögl.Beschattung	113	235	330	646	270	249

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

Berechnet:  
26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** N - Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

- 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	08:10   16:12	07:45   16:58	06:54   17:47	06:46   19:39	05:43   20:27	05:00   21:11
2	08:10   16:13	07:44   17:00	06:52   17:49	06:44   19:40	05:42   20:29	04:59   21:12
3	08:10   16:14	07:42   17:01	06:50   17:51	06:41   19:42	05:40   20:31	04:59   21:13
4	08:10   16:15	07:41   17:03	06:48   17:52	06:39   19:44	05:38   20:32	04:58   21:14
5	08:10   16:16	07:39   17:05	06:46   17:54	06:37   19:45	05:36   20:34	04:57   21:15
6	08:09   16:17	07:37   17:07	06:43   17:56	06:35   19:47	05:34   20:35	04:57   21:16
7	08:09   16:19	07:36   17:09	06:41   17:58	06:33   19:49	05:33   20:37	04:56   21:17
8	08:09   16:20	07:34   17:10	06:39   17:59	06:30   19:50	05:31   20:38	04:56   21:18
9	08:08   16:21	07:32   17:12	06:37   18:01	06:28   19:52	05:29   20:40	04:55   21:19
10	08:08   16:23	07:31   17:14	06:35   18:03	06:26   19:53	05:28   20:41	04:55   21:19
11	08:07   16:24	07:29   17:16	06:33   18:04	06:24   19:55	05:26   20:43	04:55   21:20
12	08:07   16:25	07:27   17:17	06:30   18:06	06:22   19:57	05:24   20:45	04:54   21:21
13	08:06   16:27	07:25   17:19	06:28   18:08	06:20   19:58	05:23   20:46	04:54   21:21
14	08:05   16:28	07:24   17:21	06:26   18:09	06:17   20:00	05:21   20:48	04:54   21:22
15	08:05   16:30	07:22   17:23	06:24   18:11	06:15   20:02	05:20   20:49	04:54   21:22
16	08:04   16:31	07:20   17:25	06:21   18:13	06:13   20:03	05:18   20:50	04:54   21:23
17	08:03   16:33	07:18   17:26	06:19   18:14	06:11   20:05	05:17   20:52	04:53   21:23
18	08:02   16:34	07:16   17:28	06:17   18:16	06:09   20:06	05:16   20:53	04:53   21:24
19	08:01   16:36	07:14   17:30	06:15   18:18	06:07   20:08	05:14   20:55	04:53   21:24
20	08:00   16:37	07:12   17:32	06:13   18:19	06:05   20:10	05:13   20:56	04:54   21:24
21	07:59   16:39	07:10   17:33	06:10   18:21	06:03   20:11	05:12   20:57	04:54   21:25
22	07:58   16:41	07:08   17:35	06:08   18:23	06:01   20:13	05:10   20:59	04:54   21:25
23	07:57   16:42	07:06   17:37	06:06   18:24	05:59   20:15	05:09   21:00	04:54   21:25
24	07:56   16:44	07:04   17:39	06:04   18:26	05:57   20:16	05:08   21:01	04:54   21:25
25	07:55   16:46	07:02   17:40	06:01   18:27	05:55   20:18	05:07   21:03	04:55   21:25
26	07:53   16:47	07:00   17:42	05:59   18:29	05:53   20:19	05:06   21:04	04:55   21:25
27	07:52   16:49	06:58   17:44	05:57   18:31	05:51   20:21	05:05   21:05	04:56   21:25
28	07:51   16:51	06:56   17:46	05:55   18:32	05:49   20:23	05:04   21:06	04:56   21:25
29	07:49   16:53	06:54   17:46	05:52   18:34	05:47   20:24	05:03   21:08	04:57   21:25
30	07:48   16:54	06:52   17:46	05:50   18:35	05:45   20:25	05:02   21:09	04:57   21:25
31	07:47   16:56	06:50   17:46	05:48   18:36	05:43   20:26	05:01   21:10	04:57   21:25
Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	481	493
astr.max.mögl.Beschattung		412	221			

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** N - Gahlenz, Gahlenzer Siedlung 14

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	04:58	05:32	06:20	07:06	07:35 (WEA 02)	06:58	
	21:25	20:55	19:55	18:48	19	07:54 (WEA 02)	
2	04:58	05:34	06:21	07:08	07:36 (WEA 02)	07:00	
	21:24	20:53	19:53	18:46	17	07:53 (WEA 02)	
3	04:59	05:35	06:23	07:10	07:36 (WEA 02)	07:01	
	21:24	20:51	19:51	18:43	15	07:51 (WEA 02)	
4	05:00	05:37	06:24	07:11	07:38 (WEA 02)	07:03	
	21:24	20:50	19:48	18:41	11	07:49 (WEA 02)	
5	05:01	05:38	06:26	07:13	07:41 (WEA 02)	07:05	
	21:23	20:48	19:46	18:39	3	07:44 (WEA 02)	
6	05:01	05:40	06:28	07:14	07:06	20	08:02 (WEA 01)
	21:23	20:46	19:44	18:37	16	08:00 (WEA 01)	
7	05:02	05:41	06:29	07:16	07:08	13	07:59 (WEA 01)
	21:22	20:45	19:42	18:35	7	07:56 (WEA 01)	
8	05:03	05:43	06:31	07:18	07:10	07:56 (WEA 01)	
	21:22	20:43	19:40	18:32	16:32	16:03	
9	05:04	05:44	06:32	07:19	07:12	07:57	
	21:21	20:41	19:37	18:30	16:31	16:02	
10	05:05	05:46	06:34	07:21	07:13	07:58	
	21:20	20:39	19:35	18:28	16:29	16:02	
11	05:06	05:47	06:35	07:23	07:15	07:59	
	21:20	20:37	19:33	18:26	16:28	16:02	
12	05:07	05:49	06:37	07:24	07:17	08:00	
	21:19	20:36	19:31	18:24	16:26	16:02	
13	05:08	05:50	06:38	07:26	07:18	08:01	
	21:18	20:34	19:28	18:22	16:25	16:02	
14	05:09	05:52	06:40	07:27	07:20	08:02	
	21:17	20:32	19:26	18:19	16:23	16:02	
15	05:10	05:54	06:41	07:29	07:22	08:03	
	21:16	20:30	19:24	18:17	16:22	16:02	
16	05:11	05:55	06:43	07:31	07:23	08:04	
	21:15	20:28	19:22	18:15	16:21	16:02	
17	05:13	05:57	06:45	07:32	07:25	08:04	
	21:14	20:26	19:19	18:13	16:19	16:02	
18	05:14	05:58	06:46	07:34	07:27	08:05	
	21:13	20:24	19:17	18:11	16:18	16:03	
19	05:15	06:00	06:48	07:36	07:28	08:06	
	21:12	20:22	19:15	18:09	16:17	16:03	
20	05:16	06:01	06:49	07:37	08:49 (WEA 01)	07:30	
	21:11	20:20	19:13	18:07	8	08:57 (WEA 01)	
21	05:17	06:03	06:51	07:39	08:46 (WEA 01)	07:32	
	21:10	20:18	19:10	18:05	14	09:00 (WEA 01)	
22	05:19	06:04	06:52	07:41	08:44 (WEA 01)	07:33	
	21:09	20:16	19:08	18:03	18	09:02 (WEA 01)	
23	05:20	06:06	06:54	07:42	08:42 (WEA 01)	07:35	
	21:07	20:14	19:06	18:01	20	09:02 (WEA 01)	
24	05:21	06:07	06:55	07:44	08:41 (WEA 01)	07:36	
	21:06	20:12	19:04	17:59	23	09:04 (WEA 01)	
25	05:23	06:09	06:57	07:46	08:40 (WEA 01)	07:38	
	21:05	20:10	19:01	17:57	25	09:05 (WEA 01)	
26	05:24	06:10	06:59	07:48	08:40 (WEA 01)	07:39	
	21:03	20:08	18:59	17:55	25	08:05 (WEA 01)	
27	05:25	06:12	07:00	07:50	08:40 (WEA 01)	07:41	
	21:02	20:06	18:57	17:53	26	08:06 (WEA 01)	
28	05:27	06:14	07:02	07:52	08:38 (WEA 01)	07:42	
	21:01	20:04	18:54	17:51	27	08:05 (WEA 01)	
29	05:28	06:15	07:03	07:54	08:38 (WEA 01)	07:44	
	20:59	20:01	18:52	17:49	27	08:05 (WEA 01)	
30	05:30	06:17	07:05	07:56	08:39 (WEA 01)	07:45	
	20:58	19:59	18:50	17:47	26	08:05 (WEA 01)	
31	05:31	06:18		07:58	08:39 (WEA 01)	16:10	
	20:56	19:57		16:46	26	08:05 (WEA 01)	
Sonnenscheinstunden	497	451	380	333	270	249	
astr.max.mögl.Beschattung			156	330	151		

**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: **Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet:  
 26.04.2024 15:28/3.5.584

**SHADOW - Kalender**  
**Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: O - Gahlenz, Hähnerhofweg 4a**

**Annahmen für Schattenwurfberechnung**  
 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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:10	08:58 (WEA 01)	07:45			
	16:12	19 09:17 (WEA 01)	16:58			
2	08:10	08:58 (WEA 01)	07:44			
	16:13	20 09:18 (WEA 01)	17:00			
3	08:10	08:58 (WEA 01)	07:42			
	16:14	21 09:19 (WEA 01)	17:01			
4	08:10	08:58 (WEA 01)	07:41			
	16:15	21 09:19 (WEA 01)	17:03			
5	08:10	08:58 (WEA 01)	07:39			
	16:16	22 09:20 (WEA 01)	17:05			
6	08:09	08:59 (WEA 01)	07:37			
	16:17	22 09:21 (WEA 01)	17:07			
7	08:09	08:59 (WEA 01)	07:36			
	16:19	22 09:21 (WEA 01)	17:08			
8	08:09	08:59 (WEA 01)	07:34			
	16:20	24 09:23 (WEA 01)	17:10			
9	08:08	08:59 (WEA 01)	07:32			
	16:21	24 09:23 (WEA 01)	17:12			
10	08:08	08:59 (WEA 01)	07:31			
	16:23	24 09:23 (WEA 01)	17:14			
11	08:07	09:00 (WEA 01)	07:29			
	16:24	24 09:24 (WEA 01)	17:16			
12	08:07	09:00 (WEA 01)	07:27			
	16:25	25 09:25 (WEA 01)	17:17			
13	08:06	09:00 (WEA 01)	07:25			
	16:27	25 09:25 (WEA 01)	17:19			
14	08:05	09:00 (WEA 01)	07:24			
	16:28	25 09:25 (WEA 01)	17:21			
15	08:05	09:00 (WEA 01)	07:22			
	16:30	26 09:26 (WEA 01)	17:23			
16	08:04	09:00 (WEA 01)	07:20			
	16:31	26 09:26 (WEA 01)	17:25	6 07:53 (WEA 02)		
17	08:03	09:01 (WEA 01)	07:18			
	16:33	25 09:26 (WEA 01)	17:26	12 08:02 (WEA 02)		
18	08:02	09:01 (WEA 01)	07:16			
	16:34	25 09:26 (WEA 01)	17:28	15 08:03 (WEA 02)		
19	08:01	09:02 (WEA 01)	07:14			
	16:36	25 09:27 (WEA 01)	17:30	18 08:05 (WEA 02)		
20	08:00	09:03 (WEA 01)	07:12			
	16:37	24 09:27 (WEA 01)	17:32	19 08:05 (WEA 02)		
21	07:59	09:03 (WEA 01)	07:10			
	16:39	24 09:27 (WEA 01)	17:33	21 08:06 (WEA 02)		
22	07:58	09:04 (WEA 01)	07:08			
	16:41	23 09:27 (WEA 01)	17:35	21 08:06 (WEA 02)		
23	07:57	09:04 (WEA 01)	07:06			
	16:42	22 09:26 (WEA 01)	17:37	21 08:05 (WEA 02)		
24	07:56	09:06 (WEA 01)	07:04			
	16:44	20 09:26 (WEA 01)	17:39	21 08:05 (WEA 02)		
25	07:55	09:07 (WEA 01)	07:02			
	16:46	18 09:25 (WEA 01)	17:40	21 08:05 (WEA 02)		
26	07:53	09:08 (WEA 01)	07:00			
	16:47	16 09:24 (WEA 01)	17:42	20 08:04 (WEA 02)		
27	07:52	09:10 (WEA 01)	06:58			
	16:49	13 09:23 (WEA 01)	17:44	18 08:03 (WEA 02)		
28	07:51	09:13 (WEA 01)	06:56			
	16:51	8 09:21 (WEA 01)	17:46	16 08:02 (WEA 02)		
29	07:49					
	16:53					
30	07:48					
	16:54					
31	07:47					
	16:56					
Sonnenscheinstunden	264		280			
astr.max.mögl.Beschattung	613		229		414	493

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenziertes Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** O - Gahlenz, Hähnerhofweg 4a

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

- 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	04:58	05:32	06:20	07:06	06:58	07:47	08:42 (WEA 01)
	21:25	20:55	19:55	18:48	16:44	16:06	24 09:06 (WEA 01)
2	04:58	05:34	06:21	07:08	07:00	07:48	08:42 (WEA 01)
	21:24	20:53	19:53	18:46	16:42	16:05	24 09:06 (WEA 01)
3	04:59	05:35	06:23	07:10	07:01	07:49	08:43 (WEA 01)
	21:24	20:51	19:51	18:43	16:41	16:05	24 09:07 (WEA 01)
4	05:00	05:37	06:24	07:11	07:03	07:51	08:43 (WEA 01)
	21:24	20:50	19:48	18:41	16:39	16:04	24 09:07 (WEA 01)
5	05:01	05:38	06:26	07:13	07:05	07:52	08:44 (WEA 01)
	21:23	20:48	19:46	18:39	16:37	16:04	22 09:06 (WEA 01)
6	05:01	05:40	06:28	07:14	07:06	07:53	08:45 (WEA 01)
	21:23	20:46	19:44	18:37	16:35	16:03	22 09:07 (WEA 01)
7	05:02	05:41	06:29	07:16	07:08	07:55	08:45 (WEA 01)
	21:22	20:45	19:42	18:35	16:34	16:03	22 09:07 (WEA 01)
8	05:03	05:43	06:31	07:18	07:10	07:56	08:46 (WEA 01)
	21:22	20:43	19:40	18:32	16:32	16:03	21 09:07 (WEA 01)
9	05:04	05:44	06:32	07:19	07:12	07:57	08:47 (WEA 01)
	21:21	20:41	19:37	18:30	16:31	16:02	20 09:07 (WEA 01)
10	05:05	05:46	06:34	07:21	07:13	07:58	08:47 (WEA 01)
	21:20	20:39	19:35	18:28	16:29	16:02	20 09:07 (WEA 01)
11	05:06	05:47	06:35	07:23	07:15	07:59	08:48 (WEA 01)
	21:20	20:37	19:33	18:26	16:28	16:02	19 09:07 (WEA 01)
12	05:07	05:49	06:37	07:24	07:17	08:00	08:49 (WEA 01)
	21:19	20:36	19:31	18:24	16:26	16:02	18 09:07 (WEA 01)
13	05:08	05:50	06:38	07:26	08:20 (WEA 02)	07:18	08:01
	21:18	20:34	19:28	18:22	14 08:34 (WEA 02)	16:25	16:02
							18 09:07 (WEA 01)
14	05:09	05:52	06:40	07:27	08:19 (WEA 02)	07:20	08:02
	21:17	20:32	19:26	18:19	17 08:36 (WEA 02)	16:23	8 08:45 (WEA 01)
							8 08:53 (WEA 01)
15	05:10	05:53	06:41	07:29	08:17 (WEA 02)	07:22	08:03
	21:16	20:30	19:24	18:17	19 08:36 (WEA 02)	16:22	13 08:43 (WEA 01)
							13 08:56 (WEA 01)
16	05:11	05:55	06:43	07:31	08:16 (WEA 02)	07:23	08:04
	21:15	20:28	19:22	18:15	21 08:37 (WEA 02)	16:21	16 08:42 (WEA 01)
							16 08:58 (WEA 01)
17	05:12	05:57	06:45	07:32	08:16 (WEA 02)	07:25	08:04
	21:14	20:26	19:19	18:13	21 08:37 (WEA 02)	16:19	18 08:40 (WEA 01)
							18 08:58 (WEA 01)
18	05:14	05:58	06:46	07:34	08:15 (WEA 02)	07:27	08:05
	21:13	20:24	19:17	18:11	22 08:37 (WEA 02)	16:18	20 09:00 (WEA 01)
							20 08:39 (WEA 01)
19	05:15	06:00	06:48	07:36	08:15 (WEA 02)	07:28	08:06
	21:12	20:22	19:15	18:09	22 08:37 (WEA 02)	16:17	22 09:01 (WEA 01)
							22 08:39 (WEA 01)
20	05:16	06:01	06:49	07:37	08:15 (WEA 02)	07:30	08:06
	21:11	20:20	19:13	18:07	21 08:36 (WEA 02)	16:16	23 09:02 (WEA 01)
							23 08:38 (WEA 01)
21	05:17	06:03	06:51	07:39	08:16 (WEA 02)	07:32	08:07
	21:10	20:18	19:10	18:05	20 08:36 (WEA 02)	16:15	24 09:02 (WEA 01)
							24 08:39 (WEA 01)
22	05:19	06:04	06:52	07:41	08:16 (WEA 02)	07:33	08:08
	21:09	20:16	19:08	18:03	20 08:36 (WEA 02)	16:13	24 09:03 (WEA 01)
							24 08:39 (WEA 01)
23	05:20	06:06	06:54	07:42	08:16 (WEA 02)	07:35	08:08
	21:07	20:14	19:06	18:01	18 08:34 (WEA 02)	16:12	25 09:04 (WEA 01)
							25 08:39 (WEA 01)
24	05:21	06:07	06:55	07:44	08:18 (WEA 02)	07:36	08:09
	21:06	20:12	19:03	17:59	14 08:32 (WEA 02)	16:11	25 09:04 (WEA 01)
							25 08:39 (WEA 01)
25	05:23	06:09	06:57	06:46	07:20 (WEA 02)	07:38	08:09
	21:05	20:10	19:01	16:57	11 07:31 (WEA 02)	16:10	25 09:04 (WEA 01)
							25 08:39 (WEA 01)
26	05:24	06:10	06:59	06:48	07:24 (WEA 02)	07:39	08:09
	21:03	20:08	18:59	16:55	2 07:26 (WEA 02)	16:10	26 09:05 (WEA 01)
							26 08:39 (WEA 01)
27	05:25	06:12	07:00	06:49	07:41	08:10	08:10
	21:02	20:06	18:57	16:53	16:09	16:07	26 09:05 (WEA 01)
							26 08:40 (WEA 01)
28	05:27	06:14	07:02	06:51	07:42	08:10	08:10
	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08	16:08	25 09:05 (WEA 01)
							25 08:41 (WEA 01)
29	05:28	06:15	07:03	06:53	07:44	08:10	08:10
	20:59	20:01	18:52	16:49	16:07	16:09	25 09:06 (WEA 01)
							25 08:41 (WEA 01)
30	05:30	06:17	07:05	06:54	07:45	08:10	08:10
	20:58	19:59	18:50	16:48	16:06	16:10	25 09:06 (WEA 01)
							25 08:41 (WEA 01)
31	05:31	06:18	07:06	06:56	07:46	08:10	08:10
	20:56	19:57	18:48	16:46	16:07	16:11	19 09:16 (WEA 01)
							19 08:57 (WEA 01)
Sonnenscheinstunden	497	451	380	333	270	249	562
astr.max.mögl.Beschattung				252	370		

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

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

Projekt: **Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet: 26.04.2024 15:28/3.5.584

**SHADOW - Kalender**  
**Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: P - Gahlenz, Neubastraße 14**

**Annahmen für Schattenwurfberechnung**  
 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	08:10	09:13 (WEA 01)	07:45		06:54		06:46	07:37 (WEA 04)	05:43	05:00		
	16:12	26 09:39 (WEA 01)	16:58		17:47		19:39	16 07:53 (WEA 04)	20:27	21:11		
2	08:10	09:14 (WEA 01)	07:44		06:52		06:44	07:39 (WEA 04)	05:41	04:59		
	16:13	26 09:40 (WEA 01)	17:00		17:49		19:40	11 07:50 (WEA 04)	20:29	21:12		
3	08:10	09:15 (WEA 01)	07:42		06:50		06:41	07:42 (WEA 04)	05:40	04:59		
	16:14	26 09:41 (WEA 01)	17:01		17:51		19:42	3 07:45 (WEA 04)	20:31	21:13		
4	08:10	09:14 (WEA 01)	07:41		06:48		06:39		05:38	04:58		
	16:15	26 09:40 (WEA 01)	17:03		17:52		19:44		20:32	21:14		
5	08:10	09:15 (WEA 01)	07:39		06:46		06:37		05:36	04:57		
	16:16	26 09:41 (WEA 01)	17:05		17:54		19:45		20:34	21:15		
6	08:09	09:16 (WEA 01)	07:37		06:43		06:35		05:34	04:57		
	16:17	26 09:42 (WEA 01)	17:07		17:56		19:47		20:35	21:16		
7	08:09	09:16 (WEA 01)	07:36		06:41		06:33		05:33	04:56		
	16:19	26 09:42 (WEA 01)	17:08		17:58		19:49		20:37	21:17		
8	08:09	09:17 (WEA 01)	07:34		06:39		06:30		05:31	04:56		
	16:20	26 09:43 (WEA 01)	17:10		17:59		19:50		20:38	21:18		
9	08:08	09:17 (WEA 01)	07:32		06:37		06:28		05:29	04:55		
	16:21	26 09:43 (WEA 01)	17:12		18:01		19:52		20:40	21:19		
10	08:08	09:18 (WEA 01)	07:31		06:35		06:26		05:28	04:55		
	16:23	24 09:42 (WEA 01)	17:14		18:03		19:53		20:41	21:19		
11	08:07	09:19 (WEA 01)	07:29	08:04 (WEA 02)	06:33		06:24		05:26	04:55		
	16:24	24 09:43 (WEA 01)	17:16	10 08:14 (WEA 02)	18:04		19:55		20:43	21:20		
12	08:07	09:19 (WEA 01)	07:27	08:02 (WEA 02)	06:30		06:22		05:24	04:54		
	16:25	24 09:43 (WEA 01)	17:17	14 08:16 (WEA 02)	18:06		19:57		20:45	21:21		
13	08:06	09:20 (WEA 01)	07:25	08:00 (WEA 02)	06:28		06:20		05:23	04:54		
	16:27	23 09:43 (WEA 01)	17:19	17 08:17 (WEA 02)	18:08		19:58		20:46	21:21		
14	08:05	09:21 (WEA 01)	07:24	08:00 (WEA 02)	06:26		06:17		05:21	04:54		
	16:28	22 09:43 (WEA 01)	17:21	19 08:19 (WEA 02)	18:09		20:00		20:48	21:22		
15	08:05	09:21 (WEA 01)	07:22	07:59 (WEA 02)	06:24		06:15		05:20	04:54		
	16:30	22 09:43 (WEA 01)	17:23	21 08:20 (WEA 02)	18:11		20:02		20:49	21:22		
16	08:04	09:22 (WEA 01)	07:20	07:59 (WEA 02)	06:21		06:13		05:18	04:53		
	16:31	20 09:42 (WEA 01)	17:25	21 08:20 (WEA 02)	18:13		20:03		20:50	21:23		
17	08:03	09:23 (WEA 01)	07:18	07:58 (WEA 02)	06:19		06:11		05:17	04:53		
	16:33	19 09:42 (WEA 01)	17:26	23 08:21 (WEA 02)	18:14		20:05		20:52	21:23		
18	08:02	09:25 (WEA 01)	07:16	07:58 (WEA 02)	06:17		06:09		05:16	04:53		
	16:34	16 09:41 (WEA 01)	17:28	23 08:21 (WEA 02)	18:16		20:06		20:53	21:24		
19	08:01	09:26 (WEA 01)	07:14	07:58 (WEA 02)	06:15		06:07		05:14	04:53		
	16:36	14 09:40 (WEA 01)	17:30	23 08:21 (WEA 02)	18:18		20:08		20:55	21:24		
20	08:00	09:28 (WEA 01)	07:12	07:58 (WEA 02)	06:13	06:47 (WEA 04)	06:05		05:13	04:54		
	16:37	11 09:39 (WEA 01)	17:32	22 08:20 (WEA 02)	18:19	4 06:51 (WEA 04)	20:10		20:56	21:24		
21	07:59	09:32 (WEA 01)	07:10	07:59 (WEA 02)	06:10	06:42 (WEA 04)	06:03		05:12	04:54		
	16:39	5 09:37 (WEA 01)	17:33	21 08:20 (WEA 02)	18:21	12 06:54 (WEA 04)	20:11		20:58	21:25		
22	07:58		07:08	07:59 (WEA 02)	06:08	06:40 (WEA 04)	06:01		05:10	04:54		
	16:41		17:35	20 08:19 (WEA 02)	18:23	16 06:56 (WEA 04)	20:13		20:59	21:25		
23	07:57		07:06	07:59 (WEA 02)	06:06	06:38 (WEA 04)	05:59		05:09	04:54		
	16:42		17:37	18 08:17 (WEA 02)	18:24	19 06:57 (WEA 04)	20:15		21:00	21:25		
24	07:56		07:04	08:01 (WEA 02)	06:04	06:37 (WEA 04)	05:57		05:08	04:54		
	16:44		17:39	14 08:15 (WEA 02)	18:26	21 06:58 (WEA 04)	20:16		21:01	21:25		
25	07:55		07:02	08:03 (WEA 02)	06:01	06:36 (WEA 04)	05:55		05:07	04:55		
	16:46		17:40	10 08:13 (WEA 02)	18:27	21 06:57 (WEA 04)	20:18		21:03	21:25		
26	07:53		07:00		05:59	06:35 (WEA 04)	05:53		05:06	04:55		
	16:47		17:42		18:29	22 06:57 (WEA 04)	20:19		21:04	21:25		
27	07:52		06:58		05:57	06:35 (WEA 04)	05:51		05:05	04:56		
	16:49		17:44		18:31	22 06:57 (WEA 04)	20:21		21:05	21:25		
28	07:51		06:56		05:55	06:35 (WEA 04)	05:49		05:04	04:56		
	16:51		17:46		18:32	22 06:57 (WEA 04)	20:23		21:06	21:25		
29	07:49				06:52	21 07:35 (WEA 04)	05:47		05:03	04:57		
	16:53				19:34	21 07:56 (WEA 04)	20:24		21:08	21:25		
30	07:48				06:50	20 07:35 (WEA 04)	05:45		05:02	04:57		
	16:54				19:36	20 07:55 (WEA 04)	20:26		21:09	21:25		
31	07:47				06:48	18 07:36 (WEA 04)			05:01			
	16:56				19:37	18 07:54 (WEA 04)			21:10			
Sonnenscheinstunden		264		280		367		414		481		493
astr.max.mögl.Beschattung		458		276		218		30				

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

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

Projekt: **Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet: 26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** P - Gahlenz, Neubastraße 14

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

- 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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	04:58	05:32	06:20	07:06	06:58	07:47	09:01 (WEA 01)
	21:25	20:55	19:55	18:48	16:44	16:06	24 09:25 (WEA 01)
2	04:58	05:34	06:21	07:08	07:00	07:48	09:01 (WEA 01)
	21:24	20:53	19:53	18:46	16:42	16:05	25 09:26 (WEA 01)
3	04:59	05:35	06:23	07:10	07:01	07:49	09:01 (WEA 01)
	21:24	20:51	19:51	18:43	16:41	16:05	26 09:27 (WEA 01)
4	05:00	05:37	06:24	07:11	07:03	07:51	09:01 (WEA 01)
	21:24	20:50	19:48	18:41	16:39	16:04	26 09:27 (WEA 01)
5	05:01	05:38	06:26	07:13	07:05	07:52	09:01 (WEA 01)
	21:23	20:48	19:46	18:39	16:37	16:04	26 09:27 (WEA 01)
6	05:01	05:40	06:28	07:14	07:06	07:53	09:02 (WEA 01)
	21:23	20:46	19:44	18:37	16:35	16:03	26 09:28 (WEA 01)
7	05:02	05:41	06:29	07:16	07:08	07:55	09:02 (WEA 01)
	21:22	20:45	19:42	18:34	16:34	16:03	26 09:28 (WEA 01)
8	05:03	05:43	06:31	07:18	07:10	07:56	09:03 (WEA 01)
	21:22	20:43	19:40	18:32	16:32	16:02	26 09:29 (WEA 01)
9	05:04	05:44	06:32	07:19	07:12	07:57	09:03 (WEA 01)
	21:21	20:41	19:37	18:30	16:31	16:02	26 09:29 (WEA 01)
10	05:05	05:46	06:34	07:21	07:13	07:58	09:03 (WEA 01)
	21:20	20:39	19:35	18:28	16:29	16:02	26 09:29 (WEA 01)
11	05:06	05:47	06:35	07:23	07:15	07:59	09:03 (WEA 01)
	21:20	20:37	19:33	18:26	16:28	16:02	26 09:29 (WEA 01)
12	05:07	05:49	06:37	07:24	07:17	08:00	09:04 (WEA 01)
	21:19	20:36	19:31	18:24	16:26	16:02	26 09:30 (WEA 01)
13	05:08	05:50	06:38	07:26	07:18	08:01	09:04 (WEA 01)
	21:18	20:34	19:28	18:22	16:25	16:02	26 09:30 (WEA 01)
14	05:09	05:52	06:40	07:27	07:20	08:02	09:05 (WEA 01)
	21:17	20:32	19:26	18:19	16:23	16:02	26 09:31 (WEA 01)
15	05:10	05:53	06:41	07:29	07:22	08:03	09:06 (WEA 01)
	21:16	20:30	19:24	18:17	16:22	16:02	25 09:31 (WEA 01)
16	05:11	05:55	06:43	07:31	07:23	08:04	09:06 (WEA 01)
	21:15	20:28	19:22	18:15	16:21	16:02	26 09:32 (WEA 01)
17	05:12	05:57	06:45	07:32	07:25	08:04	09:07 (WEA 01)
	21:14	20:26	19:19	18:13	16:19	16:02	26 09:33 (WEA 01)
18	05:14	05:58	06:46	07:34	07:27	08:05	09:08 (WEA 01)
	21:13	20:24	19:17	18:11	16:18	16:02	25 09:33 (WEA 01)
19	05:15	06:00	06:48	07:36	07:28	08:06	09:08 (WEA 01)
	21:12	20:22	19:15	18:09	16:17	16:03	25 09:33 (WEA 01)
20	05:16	06:01	06:49	07:37	07:30	08:06	09:08 (WEA 01)
	21:11	20:20	19:13	18:07	16:16	16:03	26 09:34 (WEA 01)
21	05:17	06:03	06:51	07:39	07:32	08:07	09:08 (WEA 01)
	21:10	20:18	19:10	18:05	16:15	16:04	26 09:34 (WEA 01)
22	05:19	06:04	06:52	07:41	07:33	08:08	09:09 (WEA 01)
	21:09	20:16	19:08	18:03	16:13	16:04	26 09:35 (WEA 01)
23	05:20	06:06	06:54	07:42	07:35	08:08	09:09 (WEA 01)
	21:07	20:14	19:06	18:01	16:12	16:05	26 09:35 (WEA 01)
24	05:21	06:07	06:55	07:44	07:36	08:09	09:10 (WEA 01)
	21:06	20:12	19:03	17:59	16:11	16:05	26 09:36 (WEA 01)
25	05:23	06:09	06:57	07:46	07:38	08:10	09:11 (WEA 01)
	21:05	20:10	19:01	17:57	16:10	16:06	25 09:36 (WEA 01)
26	05:24	06:10	06:59	07:48	07:39	08:11	09:11 (WEA 01)
	21:04	20:08	18:59	17:55	16:09	16:06	25 09:36 (WEA 01)
27	05:25	06:12	07:00	07:50	07:41	08:12	09:12 (WEA 01)
	21:02	20:06	18:57	17:53	16:08	16:07	26 09:37 (WEA 01)
28	05:27	06:14	07:02	07:52	07:42	08:13	09:12 (WEA 01)
	21:01	20:04	18:54	17:51	16:07	16:08	26 09:37 (WEA 01)
29	05:28	06:15	07:03	07:54	07:44	08:14	09:13 (WEA 01)
	20:59	20:01	18:52	17:49	16:06	16:09	26 09:38 (WEA 01)
30	05:30	06:17	07:05	07:56	07:45	08:15	09:13 (WEA 01)
	20:58	19:59	18:50	17:48	16:06	16:10	26 09:38 (WEA 01)
31	05:31	06:18		07:58	07:46	08:16	09:14 (WEA 01)
	20:56	19:57		17:46	16:06	16:11	26 09:39 (WEA 01)
Sonnenscheinstunden	497	451	380	333	270	249	
astr.max.mögl.Beschattung			250	282	176	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	Schattendecke (WEA mit letztem Schatten)

Projekt: **Kleinhartmannsdorf**

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

Berechnet: 26.04.2024 15:28/3.5.584

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** Q - Gahlenz, Am Sportplatz 9

#### Annahmen für Schattenwurfberechnung

- 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	08:10 16:12	09:43 (WEA 01) 09:48 (WEA 01)	07:45 16:58	06:54 17:47		
2	08:10 16:13		07:44 17:00	06:52 17:49	06:46 19:39	05:43 20:27
3	08:10 16:14		07:42 17:01	06:50 17:51	06:44 19:42	05:41 20:31
4	08:10 16:15		07:41 17:03	06:48 17:52	06:39 19:44	05:38 20:32
5	08:10 16:16		07:39 17:05	06:46 17:54	06:37 19:45	05:36 20:34
6	08:09 16:17		07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	05:34 20:35
7	08:09 16:19		07:36 17:08	06:41 17:58	07:16 (WEA 04) 07:21 (WEA 04)	05:33 20:37
8	08:09 16:20		07:34 17:10	06:39 17:59	07:12 (WEA 04) 07:24 (WEA 04)	05:31 20:38
9	08:08 16:21		07:32 17:12	06:37 18:01	07:09 (WEA 04) 07:25 (WEA 04)	05:29 20:40
10	08:08 16:23		07:31 17:14	06:35 18:03	07:08 (WEA 04) 07:26 (WEA 04)	05:28 20:42
11	08:07 16:24		07:29 17:16	06:33 18:04	07:07 (WEA 04) 07:27 (WEA 04)	05:26 20:43
12	08:07 16:25		07:27 17:17	06:30 18:06	07:06 (WEA 04) 07:28 (WEA 04)	05:24 20:45
13	08:06 16:27		07:25 17:19	06:28 18:08	07:05 (WEA 04) 07:27 (WEA 04)	05:23 20:46
14	08:05 16:28		07:24 17:21	06:26 18:09	07:05 (WEA 04) 07:27 (WEA 04)	05:21 20:48
15	08:05 16:30		07:22 17:23	06:24 18:11	07:05 (WEA 04) 07:27 (WEA 04)	05:20 20:49
16	08:04 16:31		07:20 17:25	06:21 18:13	07:05 (WEA 04) 07:26 (WEA 04)	05:18 20:50
17	08:03 16:33		07:18 17:26	06:19 18:14	07:05 (WEA 04) 07:24 (WEA 04)	05:17 20:52
18	08:02 16:34		07:16 17:28	06:17 18:16	07:06 (WEA 04) 07:23 (WEA 04)	05:16 20:53
19	08:01 16:36		07:14 17:30	06:15 18:18	07:07 (WEA 04) 07:22 (WEA 04)	05:14 20:55
20	08:00 16:37		07:12 17:32	06:13 18:19	07:10 (WEA 04) 07:19 (WEA 04)	05:13 20:56
21	07:59 16:39		07:10 17:33	06:10 18:21	06:03 20:11	05:12 20:58
22	07:58 16:41		07:08 17:35	06:08 18:23	06:01 20:13	05:10 20:59
23	07:57 16:42		07:06 17:37	06:06 18:24	05:59 20:15	05:09 21:00
24	07:56 16:44		07:04 17:39	06:04 18:26	05:57 20:16	05:08 21:02
25	07:55 16:46		07:02 17:40	06:01 18:27	05:55 20:18	05:07 21:03
26	07:53 16:47		07:00 17:42	05:59 18:29	05:53 20:19	05:06 21:04
27	07:52 16:49		06:58 17:44	05:57 18:31	05:51 20:21	05:05 21:05
28	07:51 16:51		06:56 17:46	05:55 18:32	05:49 20:23	05:04 21:06
29	07:49 16:53			06:52 19:34	05:47 20:24	05:03 21:08
30	07:48 16:54			06:50 19:36	05:45 20:26	05:02 21:09
31	07:47 16:56			06:48 19:37		05:01 21:10
	Sonnenscheinstunden	264	280	367	414	481
	astr.max.mögl.Beschattung	5		240		493

**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:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** Q - Gahlenz, Am Sportplatz 9

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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	04:58	05:32	06:20	07:06	07:45 (WEA 04)	06:58   07:47
	21:25	20:55	19:55	18:48	21 08:06 (WEA 04)	16:44   16:06
2	04:58	05:34	06:21	07:08	07:46 (WEA 04)	07:00   07:48
	21:24	20:53	19:53	18:46	20 08:06 (WEA 04)	16:42   16:05
3	04:59	05:35	06:23	07:10	07:45 (WEA 04)	07:01   07:49
	21:24	20:51	19:51	18:43	19 08:04 (WEA 04)	16:41   16:05
4	05:00	05:37	06:24	07:11	07:46 (WEA 04)	07:03   07:51
	21:24	20:50	19:48	18:41	17 08:03 (WEA 04)	16:39   16:04
5	05:01	05:38	06:26	07:13	07:47 (WEA 04)	07:05   07:52
	21:23	20:48	19:46	18:39	14 08:01 (WEA 04)	16:37   16:04
6	05:01	05:40	06:28	07:14	07:49 (WEA 04)	07:06   07:53
	21:23	20:46	19:44	18:37	10 07:59 (WEA 04)	16:35   16:03
7	05:02	05:41	06:29	07:16		07:08   07:55
	21:22	20:45	19:42	18:34		16:34   16:03
8	05:03	05:43	06:31	07:18		07:10   07:56
	21:22	20:43	19:40	18:32		16:32   16:02
9	05:04	05:44	06:32	07:19		07:12   07:57
	21:21	20:41	19:37	18:30		16:31   16:02
10	05:05	05:46	06:34	07:21		07:13   07:58
	21:20	20:39	19:35	18:28		16:29   16:02
11	05:06	05:47	06:35	07:23		07:15   07:59
	21:20	20:37	19:33	18:26		16:28   16:02
12	05:07	05:49	06:37	07:24		07:17   08:00
	21:19	20:36	19:31	18:24		16:26   16:02
13	05:08	05:50	06:38	07:26		07:18   08:01
	21:18	20:34	19:28	18:22		16:25   16:02
14	05:09	05:52	06:40	07:27		07:20   08:02
	21:17	20:32	19:26	18:19		16:23   16:02
15	05:10	05:53	06:41	07:29		07:22   08:03
	21:16	20:30	19:24	18:17		16:22   16:02
16	05:11	05:55	06:43	07:31		07:23   08:04
	21:15	20:28	19:22	18:15		16:21   16:02
17	05:12	05:57	06:45	07:32		07:25   08:04
	21:14	20:26	19:19	18:13		16:19   16:02
18	05:14	05:58	06:46	07:34		07:27   08:05
	21:13	20:24	19:17	18:11		16:18   16:02
19	05:15	06:00	06:48	07:36		07:28   08:06
	21:12	20:22	19:15	18:09		16:17   16:03
20	05:16	06:01	06:49	07:37		07:30   08:07
	21:11	20:20	19:13	18:07		16:16   16:03
21	05:17	06:03	06:51	07:39		07:32   08:07
	21:10	20:18	19:10	18:05		16:15   16:04
22	05:19	06:04	06:52	07:41		07:33   08:08
	21:09	20:16	19:08	18:03		16:13   16:04
23	05:20	06:06	06:54	07:42		07:35   08:08
	21:07	20:14	19:06	18:01		16:12   16:05
24	05:21	06:07	06:55	07:44		07:36   08:09
	21:06	20:12	19:03	17:59		16:11   16:05
25	05:23	06:09	06:57	07:49		07:38   08:09
	21:05	20:10	19:01	16:57		16:10   16:06
26	05:24	06:10	06:59	07:48		07:39   08:09
	21:03	20:08	18:59	16:55		16:10   16:06
27	05:25	06:12	07:00	07:47		07:41   08:10
	21:02	20:06	18:57	16:53		16:09   16:07
28	05:27	06:14	07:02	07:46		07:42   08:10
	21:01	20:04	18:54	16:51		16:08   16:08
29	05:28	06:15	07:03	07:46		07:44   08:10
	20:59	20:01	18:52	16:49		16:07   16:09
30	05:30	06:17	07:05	07:45		07:45   08:10
	20:58	19:59	18:50	16:48		16:06   16:10
31	05:31	06:18		06:56		
	20:56	19:57		16:46		16:11
Sonnenscheinstunden	497	451	380	333	270	249
astr.max.mögl.Beschattung			141	101		241

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: R - Gahlenz, Gahlenzer Straße 106**

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:10	07:45	06:54	07:33 (WEA 04)	06:46	05:43	05:00	04:58	05:32	06:20	07:06	06:58	07:47
2	16:12	16:58	17:47	07:56 (WEA 04)	19:39	20:27	21:11	21:25	20:55	19:55	18:48	16:44	16:06
3	08:10	07:44	06:52	07:33 (WEA 04)	06:44	05:41	04:59	04:58	05:34	06:21	07:08	07:00	07:48
4	16:13	17:00	17:49	07:56 (WEA 04)	19:40	20:29	21:12	21:24	20:53	19:53	18:46	16:42	16:05
5	08:10	07:42	06:50	07:32 (WEA 04)	06:41	05:40	04:59	04:59	05:35	06:23	07:10	07:01	07:49
6	16:14	17:01	17:51	07:55 (WEA 04)	19:42	20:31	21:13	21:24	20:51	19:51	18:43	16:40	16:05
7	08:10	07:41	06:48	07:33 (WEA 04)	06:39	05:38	04:58	05:00	05:37	06:24	07:11	07:03	07:51
8	16:15	17:03	17:52	07:54 (WEA 04)	19:44	20:32	21:14	21:24	20:50	19:48	18:41	16:39	16:04
9	08:10	07:39	06:46	07:34 (WEA 04)	06:37	05:36	04:57	05:00	05:38	06:26	07:13	07:05	07:52
10	16:16	17:05	17:54	07:54 (WEA 04)	19:45	20:34	21:15	21:23	20:48	19:46	18:39	16:37	16:04
11	08:09	07:37	06:43	07:35 (WEA 04)	06:35	05:34	04:57	05:01	05:40	06:27	07:14	07:06	07:53
12	16:17	17:07	17:56	07:52 (WEA 04)	19:47	20:35	21:16	21:23	20:46	19:44	18:37	16:35	16:03
13	08:09	07:36	06:41	07:36 (WEA 04)	06:33	05:33	04:56	05:02	05:41	06:29	07:16	07:08	07:55
14	16:19	17:08	17:58	07:51 (WEA 04)	19:49	20:37	21:17	21:22	20:45	19:42	18:34	16:34	16:03
15	08:09	07:34	06:39	07:39 (WEA 04)	06:30	05:31	04:56	05:03	05:43	06:31	07:18	07:10	07:56
16	16:20	17:10	17:59	07:48 (WEA 04)	19:50	20:38	21:18	21:22	20:43	19:40	18:32	16:32	16:02
17	08:08	07:32	06:37	06:28	05:29	04:55	05:04	05:44	06:32	07:19	08:08 (WEA 04)	07:12	07:57
18	16:21	17:12	18:01	19:52	20:40	21:19	21:21	20:41	19:37	18:30	17:23	16:21	16:02
19	08:08	07:31	06:35	06:26	05:28	04:55	05:05	05:46	06:34	07:21	08:08 (WEA 04)	07:13	07:58
20	16:22	17:14	18:03	19:53	20:42	21:19	21:20	20:39	19:35	18:28	17:21	16:20	16:02
21	08:07	07:29	06:33	06:24	05:26	04:54	05:06	05:47	06:35	07:23	08:06 (WEA 04)	07:15	07:59
22	16:24	17:16	18:04	19:55	20:43	21:20	21:20	20:37	19:33	18:26	17:20	16:20	16:02
23	08:07	07:27	06:30	06:22	05:24	04:54	05:07	05:49	06:37	07:24	08:06 (WEA 04)	07:17	08:00
24	16:25	17:17	18:06	19:57	20:45	21:21	21:19	20:36	19:31	18:24	17:20	16:20	16:02
25	08:06	07:25	06:28	06:20	05:23	04:54	05:08	05:50	06:38	07:26	08:06 (WEA 04)	07:18	08:01
26	16:27	17:19	18:08	19:58	20:46	21:21	21:18	20:34	19:28	18:22	17:20	16:20	16:02
27	08:05	07:24	06:26	06:17	05:21	04:54	05:09	05:52	06:40	07:27	08:07 (WEA 04)	07:20	08:02
28	16:28	17:21	18:09	20:00	20:48	21:22	21:17	20:32	19:26	18:19	17:20	16:20	16:02
29	08:05	07:22	06:24	06:15	05:20	04:54	05:10	05:53	06:41	07:29	08:06 (WEA 04)	07:22	08:03
30	16:30	17:23	18:11	20:02	20:49	21:22	21:16	20:30	19:24	18:17	17:20	16:22	16:02
31	08:04	07:20	06:21	06:13	05:18	04:53	05:11	05:55	06:43	07:31	08:07 (WEA 04)	07:23	08:04
32	16:31	17:25	18:13	20:03	20:50	21:23	21:15	20:28	19:22	18:15	17:20	16:22	16:02
33	08:03	07:18	06:19	06:11	05:17	04:53	05:12	05:57	06:45	07:32	08:08 (WEA 04)	07:25	08:04
34	16:33	17:26	18:14	20:05	20:52	21:23	21:14	20:26	19:19	18:13	17:20	16:22	16:02
35	08:02	07:16	06:17	06:09	05:16	04:53	05:14	05:58	06:46	07:34	08:06 (WEA 04)	07:27	08:05
36	16:34	17:28	18:16	20:06	20:53	21:24	21:13	20:24	19:17	18:11	17:20	16:22	16:02
37	08:01	07:14	06:15	06:07	05:14	04:53	05:15	06:00	06:48	07:36	08:10 (WEA 04)	07:28	08:06
38	16:36	17:30	18:18	20:08	20:55	21:24	21:12	20:22	19:15	18:09	17:20	16:22	16:03
39	08:00	07:12	06:13	06:05	05:13	04:54	05:16	06:01	06:49	07:37	08:14 (WEA 04)	07:30	08:07
40	16:37	17:32	18:19	20:10	20:56	21:25	21:11	20:20	19:13	18:07	17:20	16:22	16:03
41	07:59	07:10	06:10	06:03	05:12	04:54	05:17	06:03	06:51	07:39	08:18 (WEA 04)	07:32	08:07
42	16:39	17:33	18:21	20:11	20:58	21:25	21:10	20:18	19:10	18:05	17:20	16:22	16:04
43	07:58	07:08	06:08	06:01	05:10	04:54	05:19	06:04	06:52	07:41	08:18	07:33	08:08
44	16:41	17:35	18:23	20:13	20:59	21:25	21:09	20:16	19:08	18:03	17:20	16:22	16:04
45	07:57	07:06	06:06	05:59	05:09	04:54	05:20	06:06	06:54	07:42	08:19	07:35	08:08
46	16:42	17:37	18:24	20:15	21:00	21:25	21:07	20:14	19:06	18:01	17:20	16:22	16:05
47	07:56	07:04	06:04	05:57	05:08	04:54	05:21	06:07	06:55	07:44	08:21	07:36	08:09
48	16:44	17:39	18:26	20:16	21:02	21:25	21:06	20:12	19:03	17:59	17:20	16:22	16:05
49	07:55	07:02	06:01	05:55	05:07	04:55	05:23	06:09	06:57	07:46	08:23	07:38	08:09
50	16:46	17:40	18:27	20:18	21:03	21:25	21:05	20:10	19:01	18:57	18:01	16:10	16:06
51	07:53	07:00	05:59	05:53	05:06	04:55	05:24	06:10	06:59	07:48	08:24	07:39	08:09
52	16:47	17:42	18:29	20:19	21:04	21:25	21:03	20:08	18:59	18:55	18:01	16:10	16:06
53	07:52	06:58	05:57	05:51	05:05	04:55	05:25	06:12	07:00	06:49	07:41	07:41	08:10
54	16:49	17:44	18:31	20:21	21:05	21:25	21:02	20:06	18:57	18:53	18:01	16:09	16:07
55	07:51	06:56	05:55	05:49	05:04	04:56	05:27	06:14	07:02	06:51	07:42	07:42	08:10
56	16:51	17:46	18:32	20:23	21:06	21:25	21:01	20:04	18:54	18:51	18:01	16:08	16:08
57	07:49		06:52	05:47	05:03	04:56	05:28	06:15	07:03	06:53	07:44	07:44	08:10
58	16:53		19:34	20:24	21:08	21:25	20:59	20:01	18:52	18:49	18:01	16:07	16:09
59	07:48		06:50	05:45	05:02	04:57	05:30	06:17	07:05	06:54	07:45	07:45	08:10
60	16:54		19:36	20:26	21:09	21:25	20:58	19:59	18:50	18:48	18:01	16:06	16:10
61	07:47		06:48	05:41	05:01		05:31	06:18		06:56			08:10
62	16:56		19:37		21:10		20:56	19:57		16:46			16:11
63	Sonnenscheinstunden	264	280		414	481	493	451	380	333	280	270	249
64	astr.max.mögl.Beschattung		124		367	151							

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** S - Gahlenz, Siedlungsweg 10

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:10 16:12	07:45 16:58	06:54 17:47	06:46 19:39	05:43 20:27	05:00 21:11	04:58 21:25	05:32 20:55	06:20 19:55	07:06 18:48	06:58 16:44	07:47 16:06
2	08:10 16:13	07:44 17:00	06:52 17:49	06:44 19:40	05:41 20:29	04:59 21:12	04:58 21:24	05:34 20:53	06:21 19:53	07:08 18:46	07:00 16:42	07:48 16:05
3	08:10 16:14	07:42 17:01	06:50 17:51	06:41 19:42	05:40 20:31	04:59 21:13	04:59 21:24	05:35 20:51	06:23 19:51	07:10 18:43	07:01 16:40	07:49 16:04
4	08:10 16:14	07:41 17:03	06:48 17:52	06:39 19:44	05:38 20:32	04:58 21:14	04:58 21:24	05:37 20:50	06:24 19:48	07:11 18:41	07:03 16:39	07:51 16:04
5	08:10 16:15	07:39 17:05	06:46 17:54	06:37 19:45	05:36 20:34	04:57 21:15	04:57 21:23	05:40 20:48	06:26 19:46	07:13 18:39	07:05 16:37	07:52 16:04
6	08:09 16:17	07:37 17:07	06:43 17:56	06:35 19:47	05:34 20:35	04:57 21:16	04:57 21:23	05:41 20:46	06:27 19:44	07:14 18:37	07:06 16:35	07:53 16:03
7	08:09 16:19	07:36 17:08	06:41 17:58	06:33 19:49	05:33 20:37	04:56 21:17	04:56 21:22	05:41 20:45	06:29 19:42	07:16 18:34	07:08 16:34	07:55 16:03
8	08:09 16:20	07:34 17:10	06:39 17:59	06:30 19:50	05:31 20:38	04:56 21:18	04:56 21:22	05:43 20:43	06:31 19:40	07:18 18:32	07:10 16:32	07:56 16:02
9	08:08 16:21	07:32 17:12	08:06 (WEA 04) 08:16 (WEA 04)	06:37 19:52	06:28 20:40	04:55 21:19	04:55 21:21	05:44 20:41	06:32 19:37	07:19 18:30	07:12 16:31	07:57 16:02
10	08:08 16:22	07:31 17:14	08:04 (WEA 04) 08:18 (WEA 04)	06:35 19:53	06:26 20:42	04:55 21:19	04:55 21:20	05:46 20:39	06:34 19:35	07:21 18:28	07:13 16:29	07:58 16:02
11	08:07 16:24	07:29 17:16	08:03 (WEA 04) 08:20 (WEA 04)	06:33 19:55	06:24 20:43	04:54 21:20	04:54 21:20	05:47 20:37	06:35 19:33	07:23 18:26	07:15 16:28	07:59 16:02
12	08:07 16:25	07:27 17:17	08:01 (WEA 04) 08:20 (WEA 04)	06:30 19:57	06:22 20:45	04:54 21:21	04:54 21:19	05:49 20:36	06:37 19:31	07:24 18:24	07:17 16:26	07:59 16:02
13	08:06 16:27	07:25 17:19	08:00 (WEA 04) 08:21 (WEA 04)	06:28 19:58	06:20 20:46	04:54 21:21	04:54 21:18	05:50 20:34	06:38 19:28	07:26 18:22	07:18 16:25	08:01 16:02
14	08:05 16:28	07:24 17:21	08:01 (WEA 04) 08:23 (WEA 04)	06:26 19:57	06:17 20:48	04:54 21:22	04:54 21:17	05:09 20:32	06:40 19:26	07:27 18:19	07:20 16:23	08:02 16:02
15	08:05 16:30	07:22 17:23	08:00 (WEA 04) 08:23 (WEA 04)	06:24 20:02	06:15 20:49	04:54 21:22	04:54 21:16	05:10 20:30	06:41 19:24	07:29 18:17	07:22 16:22	08:03 16:02
16	08:04 16:31	07:20 17:25	08:00 (WEA 04) 08:23 (WEA 04)	06:21 20:03	06:13 20:50	04:53 21:23	04:53 21:15	05:11 20:28	06:43 19:22	07:31 18:15	07:23 16:21	08:04 16:02
17	08:03 16:33	07:18 17:26	08:00 (WEA 04) 08:23 (WEA 04)	06:19 20:05	06:11 20:52	04:53 21:23	04:53 21:14	05:12 20:26	06:45 19:19	07:32 18:13	07:25 16:19	08:04 16:02
18	08:02 16:34	07:16 17:28	08:00 (WEA 04) 08:23 (WEA 04)	06:17 20:06	06:09 20:53	04:53 21:24	04:53 21:13	05:14 20:24	06:46 19:17	07:34 18:11	07:27 16:18	08:05 16:02
19	08:01 16:36	07:14 17:30	08:01 (WEA 04) 08:22 (WEA 04)	06:15 20:08	06:07 20:55	04:53 21:24	04:53 21:12	05:15 20:22	06:48 19:15	07:36 18:09	07:28 16:17	08:06 16:03
20	08:00 16:37	07:12 17:32	08:01 (WEA 04) 08:22 (WEA 04)	06:13 20:10	06:05 20:56	04:53 21:25	04:53 21:11	05:16 20:20	06:49 19:13	07:37 18:07	07:30 16:16	08:07 16:03
21	07:59 16:39	07:10 17:33	08:02 (WEA 04) 08:21 (WEA 04)	06:10 20:11	06:03 20:58	04:54 21:25	04:54 21:10	05:17 20:18	06:51 19:10	07:39 18:05	07:32 16:15	08:07 16:04
22	07:58 16:41	07:08 17:35	08:03 (WEA 04) 08:19 (WEA 04)	06:08 20:13	06:01 20:59	04:54 21:25	04:54 21:09	05:19 20:16	06:52 19:08	07:41 18:03	07:33 16:13	08:08 16:04
23	07:57 16:42	07:06 17:37	08:04 (WEA 04) 08:16 (WEA 04)	06:06 20:15	05:59 21:00	04:54 21:25	04:54 21:07	05:20 20:14	06:54 19:06	07:42 18:01	07:35 16:12	08:08 16:05
24	07:56 16:44	07:04 17:39	08:07 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	06:04 20:16	05:57 21:02	04:54 21:25	04:54 21:06	05:21 20:12	06:55 19:03	07:44 18:00	07:36 16:11	08:09 16:05
25	07:55 16:46	07:02 17:40	08:08 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	06:01 20:18	05:55 21:03	04:55 21:25	04:55 21:05	05:23 20:10	06:57 19:01	07:46 18:00	07:38 16:10	08:09 16:06
26	07:53 16:47	07:00 17:42	08:09 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	05:59 20:19	05:53 21:04	04:55 21:25	04:55 21:03	05:24 20:08	06:59 18:59	07:48 18:00	07:39 16:09	08:09 16:06
27	07:52 16:49	06:58 17:44	08:10 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	05:57 20:21	05:51 21:05	04:55 21:25	04:55 21:02	05:25 20:06	07:00 18:57	07:41 18:00	07:41 16:09	08:10 16:07
28	07:51 16:51	06:56 17:46	08:11 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	05:55 20:23	05:49 21:07	04:56 21:25	04:56 21:01	05:27 20:04	07:02 18:54	07:42 18:00	07:42 16:08	08:10 16:08
29	07:49 16:53	06:54 17:47	08:12 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	05:52 20:24	05:47 21:08	04:56 21:25	04:56 21:01	05:28 20:09	07:03 18:52	07:44 18:00	07:44 16:07	08:10 16:09
30	07:48 16:54	06:53 17:47	08:13 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	05:50 20:26	05:45 21:09	04:57 21:25	04:57 21:00	05:30 20:08	07:05 18:50	07:45 18:00	07:45 16:06	08:10 16:10
31	07:47 16:56	06:52 17:48	08:14 (WEA 04) 08:13 (WEA 04)	05:48 20:27	05:41 21:10	04:58 21:25	04:58 21:00	05:31 20:06	07:06 18:56	07:46 18:00	07:46 16:06	08:10 16:11
Sonnenscheinstunden	264	280			414	481	493	451	380	333	270	249
astr.max.mögl.Beschattung		290							269		22	

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** T - Gahlenz, Zettelsteig 6

### Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
1	08:10	07:45	08:34 (WEA 04)	06:54	06:46	05:43	05:00	04:58	05:32	06:20	07:06	06:58	07:47	
1	16:12	16:58	22 08:56 (WEA 04)	17:47	19:39	20:27	21:11	21:25	20:55	19:55	18:48	16:44	16:06	
2	08:10	07:44	08:35 (WEA 04)	06:52	06:44	05:41	04:59	04:58	05:34	06:21	07:08	07:00	07:48	
1	16:13	17:00	20 08:55 (WEA 04)	17:49	19:40	20:29	21:12	21:24	20:53	19:53	18:46	16:42	16:05	
3	08:10	07:42	08:35 (WEA 04)	06:50	06:41	05:40	04:59	04:59	05:35	06:23	07:10	07:01	07:49	
1	16:14	17:01	19 08:54 (WEA 04)	17:51	19:42	20:31	21:13	21:24	20:51	19:51	18:43	16:40	16:04	
4	08:10	07:41	08:37 (WEA 04)	06:48	06:39	05:38	04:58	05:00	05:37	06:24	07:11	07:03	08:12 (WEA 04)	07:51
1	16:15	17:03	17 08:54 (WEA 04)	17:52	19:44	20:32	21:14	21:24	20:50	19:48	18:41	16:39	5 08:17 (WEA 04)	16:04
5	08:10	07:39	08:38 (WEA 04)	06:45	06:37	05:36	04:57	05:00	05:38	06:26	07:13	07:05	08:09 (WEA 04)	07:52
1	16:16	17:05	15 08:53 (WEA 04)	17:54	19:45	20:34	21:15	21:23	20:48	19:46	18:39	16:37	12 08:21 (WEA 04)	16:04
6	08:09	07:37	08:39 (WEA 04)	06:43	06:35	05:34	04:57	05:01	05:40	06:27	07:14	07:06	08:07 (WEA 04)	07:53
1	16:17	17:07	12 08:51 (WEA 04)	17:56	19:47	20:35	21:16	21:23	20:46	19:44	18:37	16:35	16 08:23 (WEA 04)	16:03
7	08:09	07:36	08:43 (WEA 04)	06:41	06:33	05:33	04:56	05:02	05:41	06:29	07:16	07:08	08:06 (WEA 04)	07:55
1	16:19	17:08	4 08:47 (WEA 04)	17:58	19:49	20:37	21:17	21:22	20:45	19:42	18:34	16:34	18 08:24 (WEA 04)	16:03
8	08:09	07:34	06:39	06:30	05:31	04:56	05:03	05:43	05:43	06:31	07:18	07:10	08:06 (WEA 04)	07:56
1	16:20	17:10	17:59	19:50	20:38	21:18	21:22	20:43	19:40	18:32	16:32	19 08:25 (WEA 04)	16:02	
9	08:08	07:32	06:37	06:28	05:29	04:55	05:04	05:44	05:44	06:32	07:19	07:12	18 08:05 (WEA 04)	07:57
1	16:21	17:12	18:01	19:52	20:40	21:19	21:21	20:41	19:37	18:30	16:31	21 08:25 (WEA 04)	16:02	
10	08:08	07:31	06:35	06:26	05:28	04:55	05:05	05:46	05:46	06:34	07:21	07:13	18 08:05 (WEA 04)	07:58
1	16:22	17:14	18:03	19:53	20:42	21:19	21:20	20:39	19:35	18:28	16:29	22 08:27 (WEA 04)	16:02	
11	08:07	07:29	06:32	06:24	05:26	04:54	05:06	05:47	05:47	06:35	07:23	07:15	18 08:04 (WEA 04)	07:59
1	16:24	17:16	18:04	19:55	20:43	21:20	21:20	20:37	19:33	18:26	16:28	22 08:26 (WEA 04)	16:02	
12	08:07	07:27	06:30	06:22	05:24	04:54	05:07	05:49	05:49	06:37	07:24	07:17	18 08:04 (WEA 04)	08:00
1	16:25	17:17	18:06	19:57	20:45	21:21	21:19	20:36	19:31	18:24	16:26	23 08:27 (WEA 04)	16:02	
13	08:06	07:25	06:28	06:20	05:23	04:54	05:08	05:50	05:50	06:38	07:26	07:18	18 08:04 (WEA 04)	08:01
1	16:27	17:19	18:08	19:58	20:46	21:21	21:18	20:34	19:28	18:22	16:25	23 08:27 (WEA 04)	16:02	
14	08:05	07:24	06:26	06:17	05:21	04:54	05:09	05:52	06:40	07:27	07:20	23 08:05 (WEA 04)	08:02	
1	16:28	17:21	18:09	20:00	20:48	21:22	21:17	20:32	19:26	18:19	16:23	23 08:28 (WEA 04)	16:02	
15	08:05	07:22	06:24	06:15	05:20	04:54	05:10	05:53	06:41	07:29	07:22	23 08:05 (WEA 04)	08:03	
1	16:30	17:23	18:11	20:02	20:49	21:22	21:16	20:30	19:24	18:17	16:22	23 08:28 (WEA 04)	16:02	
16	08:04	07:20	06:21	06:13	05:18	04:53	05:11	05:55	06:43	07:31	07:23	23 08:06 (WEA 04)	08:04	
1	16:31	17:24	18:13	20:03	20:50	21:23	21:15	20:28	19:22	18:15	16:21	22 08:28 (WEA 04)	16:02	
17	08:03	07:18	06:19	06:11	05:17	04:53	05:12	05:57	06:44	07:32	07:25	23 08:06 (WEA 04)	08:04	
1	16:33	17:26	18:14	20:05	20:52	21:23	21:14	20:26	19:19	18:13	16:19	21 08:27 (WEA 04)	16:02	
18	08:02	08:37 (WEA 04)	07:16	06:17	06:09	05:16	04:53	05:14	05:58	06:46	07:34	07:27	23 08:06 (WEA 04)	08:05
1	16:34	8 08:45 (WEA 04)	17:28	18:16	20:06	20:53	21:24	21:13	20:24	19:17	18:11	16:18	21 08:27 (WEA 04)	16:02
19	08:01	08:35 (WEA 04)	07:14	06:15	06:07	05:14	04:53	05:15	06:00	06:48	07:36	07:28	20 08:07 (WEA 04)	08:06
1	16:36	12 08:47 (WEA 04)	17:30	18:18	20:08	20:55	21:24	21:12	20:22	19:15	18:09	16:17	20 08:27 (WEA 04)	16:03
20	08:00	08:34 (WEA 04)	07:12	06:13	06:05	05:13	04:53	05:16	06:01	06:49	07:37	07:30	19 08:09 (WEA 04)	08:07
1	16:37	15 08:49 (WEA 04)	17:32	18:19	20:10	20:56	21:25	21:11	20:20	19:13	18:07	16:16	18 08:27 (WEA 04)	16:03
21	07:59	08:34 (WEA 04)	07:10	06:10	06:03	05:12	04:54	05:17	06:03	06:51	07:39	07:32	18 08:09 (WEA 04)	08:07
1	16:39	16 08:50 (WEA 04)	17:33	18:21	20:11	20:58	21:25	21:10	20:18	19:10	18:05	16:14	16 08:25 (WEA 04)	16:04
22	07:58	08:34 (WEA 04)	07:08	06:08	06:01	05:10	04:54	05:19	06:04	06:52	07:41	07:33	15 08:25 (WEA 04)	08:08
1	16:41	18 08:52 (WEA 04)	17:35	18:22	20:13	20:59	21:25	21:09	20:16	19:08	18:03	16:13	15 08:25 (WEA 04)	16:04
23	07:57	08:32 (WEA 04)	07:06	06:06	05:59	05:09	04:54	05:20	06:06	06:54	07:42	07:35	12 08:12 (WEA 04)	08:08
1	16:42	20 08:52 (WEA 04)	17:37	18:24	20:15	21:00	21:25	21:07	20:14	19:06	18:01	16:12	12 08:24 (WEA 04)	16:04
24	07:56	08:32 (WEA 04)	07:04	06:04	05:57	05:08	04:54	05:21	06:07	06:55	07:44	07:36	8 08:15 (WEA 04)	08:09
1	16:44	21 08:53 (WEA 04)	17:39	18:26	20:16	21:02	21:25	21:06	20:12	19:03	17:59	16:11	8 08:23 (WEA 04)	16:05
25	07:55	08:33 (WEA 04)	07:02	06:01	05:55	05:07	04:55	05:23	06:09	06:57	07:46	07:38	7 08:09	
1	16:46	21 08:54 (WEA 04)	17:40	18:27	20:18	21:03	21:25	21:05	20:10	19:01	18:57	16:10	7 08:06	
26	07:53	08:32 (WEA 04)	07:00	05:59	05:53	05:06	04:55	05:24	06:10	06:59	07:48	07:39	6 08:09	
1	16:47	22 08:54 (WEA 04)	17:42	18:29	20:19	21:04	21:25	21:03	20:08	18:59	16:55	16:09	6 08:06	
27	07:52	08:32 (WEA 04)	06:58	05:57	05:51	05:05	04:55	05:25	06:12	07:00	07:49	07:41	5 08:10	
1	16:49	23 08:55 (WEA 04)	17:44	18:31	20:21	21:05	21:25	21:02	20:06	18:57	16:53	16:09	5 08:07	
28	07:51	08:33 (WEA 04)	06:56	05:55	05:49	05:04	04:56	05:27	06:14	07:02	07:51	07:42	4 08:10	
1	16:51	23 08:56 (WEA 04)	17:46	18:32	20:23	21:07	21:25	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08	4 08:08	
29	07:49	08:32 (WEA 04)		06:52	05:47	05:03	04:56	05:28	06:15	07:03	07:53	07:44	3 08:10	
1	16:53	23 08:55 (WEA 04)		19:34	20:24	21:08	21:25	20:59	20:01	18:52	16:49	16:07	3 08:09	
30	07:48	08:33 (WEA 04)		06:50	05:45	05:02	04:57	05:30	06:17	07:05	07:54	07:45	2 08:10	
1	16:54	23 08:56 (WEA 04)		19:36	20:26	21:09	21:25	20:58	19:59	18:50	16:48	16:06	2 08:10	
31	07:47	08:33 (WEA 04)		06:48		05:01		05:31	06:18		07:56		1 08:10	
1	16:56	23 08:56 (WEA 04)		19:37		21:10		20:56	19:57		16:46		1 08:11	
Sonnenscheinstunden	264	280		414	481	493	451	380	333	270	380	249		
astr.max.mögl.Beschattung	268	109	367	414	481	493	451	380	333	270	380	249		

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

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

Projekt:

**Kleinhartmannsdorf**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

26.04.2024 15:28/3.5.584

**SHADOW - Kalender**

**Berechnung: Gesamtbelastung Schattenrezeptor: U - Gahlenz, Gahlener Straße 135**

**Annahmen für Schattenwurfberechnung**

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

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:10	08:49 (WEA 04)	07:45	06:54	06:46	05:43	05:00	04:58	05:32	06:20	07:06	06:58
2	16:12	19 09:08 (WEA 04)	16:58	17:47	19:39	20:27	21:11	21:25	20:55	19:55	18:48	16:44
3	08:10	08:49 (WEA 04)	07:44	06:52	06:44	05:41	04:59	04:58	05:34	06:21	07:08	07:00
4	16:13	19 09:08 (WEA 04)	17:00	17:49	19:40	20:29	21:12	21:24	20:53	19:53	18:46	16:42
5	08:10	08:49 (WEA 04)	07:42	06:50	06:41	05:40	04:59	04:59	05:35	06:23	07:10	07:01
6	16:14	20 09:09 (WEA 04)	17:01	17:51	19:42	20:31	21:13	21:24	20:51	19:51	18:43	16:40
7	08:10	08:49 (WEA 04)	07:41	06:48	06:39	05:38	04:58	05:00	05:37	06:24	07:11	07:03
8	16:15	20 09:09 (WEA 04)	17:03	17:52	19:44	20:32	21:14	21:24	20:50	19:48	18:41	16:39
9	08:10	08:50 (WEA 04)	07:39	06:45	06:37	05:36	04:57	05:00	05:38	06:26	07:13	07:05
10	16:16	20 09:10 (WEA 04)	17:05	17:54	19:45	20:34	21:15	21:23	20:48	19:46	18:39	16:37
11	08:09	08:50 (WEA 04)	07:37	06:43	06:35	05:34	04:57	05:01	05:40	06:27	07:14	07:06
12	16:17	21 09:11 (WEA 04)	17:07	17:56	19:47	20:35	21:16	21:23	20:46	19:44	18:37	16:35
13	08:09	08:50 (WEA 04)	07:36	06:41	06:32	05:33	04:56	05:02	05:41	06:29	07:16	07:08
14	16:19	22 09:12 (WEA 04)	17:08	17:57	19:49	20:37	21:17	21:22	20:45	19:42	18:34	16:34
15	08:09	08:51 (WEA 04)	07:34	06:39	06:30	05:31	04:56	05:03	05:43	06:31	07:18	07:10
16	16:20	22 09:13 (WEA 04)	17:10	17:59	19:50	20:38	21:18	21:22	20:43	19:40	18:32	16:32
17	08:08	08:51 (WEA 04)	07:32	06:37	06:28	05:29	04:55	05:04	05:44	06:32	07:19	07:12
18	16:21	22 09:13 (WEA 04)	17:12	18:01	19:52	20:40	21:19	21:21	20:41	19:37	18:30	16:31
19	08:08	08:51 (WEA 04)	07:31	06:35	06:26	05:28	04:55	05:05	05:46	06:34	07:21	07:13
20	16:22	22 09:13 (WEA 04)	17:14	18:03	19:53	20:42	21:19	21:20	20:39	19:35	18:28	16:29
21	08:07	08:52 (WEA 04)	07:29	06:32	06:24	05:26	04:54	05:06	05:47	06:35	07:23	07:15
22	16:24	22 09:14 (WEA 04)	17:16	18:04	19:55	20:43	21:20	21:20	20:37	19:33	18:26	16:28
23	08:07	08:52 (WEA 04)	07:27	06:30	06:22	05:24	04:54	05:07	05:49	06:37	07:24	07:17
24	16:25	22 09:14 (WEA 04)	17:17	18:06	19:57	20:45	21:21	21:19	20:36	19:31	18:24	16:26
25	08:06	08:52 (WEA 04)	07:25	06:28	06:20	05:23	04:54	05:08	05:50	06:38	07:26	07:18
26	16:27	23 09:15 (WEA 04)	17:19	18:08	19:58	20:46	21:21	21:18	20:34	19:28	18:21	16:25
27	08:05	08:52 (WEA 04)	07:24	06:26	06:17	05:21	04:54	05:09	05:52	06:40	07:27	07:20
28	16:28	23 09:15 (WEA 04)	17:21	18:09	19:59	20:48	21:22	21:17	20:32	19:26	18:19	16:23
29	08:05	08:52 (WEA 04)	07:22	06:24	06:15	05:20	04:54	05:10	05:53	06:41	07:29	07:22
30	16:30	23 09:15 (WEA 04)	17:23	18:11	20:02	20:49	21:23	21:16	20:30	19:24	18:17	16:22
31	08:04	08:53 (WEA 04)	07:20	06:21	06:13	05:18	04:53	05:11	05:55	06:43	07:31	07:23
1	16:31	22 09:15 (WEA 04)	17:24	18:13	20:03	20:50	21:23	21:15	20:28	19:22	18:15	16:21
2	08:03	08:53 (WEA 04)	07:18	06:19	06:11	05:17	04:53	05:12	05:57	06:44	07:32	07:25
3	16:33	22 09:15 (WEA 04)	17:26	18:14	20:05	20:52	21:23	21:14	20:26	19:19	18:13	16:19
4	08:02	08:54 (WEA 04)	07:16	06:17	06:09	05:16	04:53	05:14	05:58	06:46	07:34	07:27
5	16:34	21 09:15 (WEA 04)	17:28	18:16	20:06	20:53	21:24	21:13	20:24	19:17	18:11	16:18
6	08:01	08:55 (WEA 04)	07:14	06:15	06:07	05:14	04:53	05:15	06:00	06:48	07:36	07:28
7	16:36	20 09:15 (WEA 04)	17:30	18:18	20:08	20:55	21:24	21:12	20:22	19:15	18:09	16:17
8	08:00	08:56 (WEA 04)	07:12	06:13	06:05	05:13	04:53	05:16	06:01	06:49	07:37	07:30
9	16:37	19 09:15 (WEA 04)	17:32	18:19	20:10	20:56	21:25	21:11	20:20	19:13	18:07	16:16
10	07:59	08:57 (WEA 04)	07:10	06:10	06:03	05:12	04:54	05:17	06:03	06:51	07:39	07:32
11	16:39	18 09:15 (WEA 04)	17:33	18:21	20:11	20:58	21:25	21:10	20:18	19:10	18:05	16:14
12	07:58	08:58 (WEA 04)	07:08	06:08	06:01	05:10	04:54	05:19	06:04	06:52	07:41	07:33
13	16:41	16 09:14 (WEA 04)	17:35	18:22	20:13	20:59	21:25	21:09	20:16	19:08	18:03	16:13
14	07:57	08:59 (WEA 04)	07:06	06:06	05:59	05:09	04:54	05:20	06:06	06:54	07:42	07:35
15	16:42	14 09:13 (WEA 04)	17:37	18:24	20:15	21:00	21:25	21:07	20:14	19:06	18:01	16:12
16	07:56	09:01 (WEA 04)	07:04	06:04	05:57	05:08	04:54	05:21	06:07	06:55	07:44	07:36
17	16:44	11 09:12 (WEA 04)	17:39	18:26	20:16	21:02	21:25	21:06	20:12	19:03	17:59	16:11
18	07:55	09:05 (WEA 04)	07:02	06:01	05:55	05:07	04:55	05:23	06:09	06:57	07:46	07:38
19	16:46	5 09:10 (WEA 04)	17:40	18:27	20:18	21:03	21:25	21:05	20:10	19:01	18:07	16:10
20	07:53	07:00	05:59	05:53	05:06	04:55	05:24	06:10	06:59	07:48	08:32	07:39
21	16:47	17:42	18:29	19:19	21:04	21:25	21:03	20:08	18:59	16:55	16:09	22 08:54 (WEA 04)
22	07:52	06:58	05:57	05:51	05:05	04:55	05:25	06:12	07:00	07:49	08:33	07:41
23	16:49	17:44	18:31	19:21	21:05	21:25	21:02	20:06	18:57	16:53	16:09	22 08:55 (WEA 04)
24	07:51	06:56	05:55	05:49	05:04	04:56	05:27	06:14	07:02	07:51	08:32	07:42
25	16:51	18:32	19:23	20:23	21:07	21:25	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08	22 08:55 (WEA 04)
26	07:49	17:46	18:32	19:23	20:23	21:07	21:25	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08
27	16:53	17:42	18:29	19:19	21:04	21:25	21:03	20:08	18:59	16:55	16:09	22 08:54 (WEA 04)
28	07:48	17:46	18:32	19:23	20:23	21:07	21:25	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08
29	16:54	17:46	18:32	19:23	20:23	21:07	21:25	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08
30	07:47	17:46	18:32	19:23	20:23	21:07	21:25	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08
31	16:56	17:46	18:32	19:23	20:23	21:07	21:25	21:01	20:04	18:54	16:51	16:08
Sonnenschenstunden	264											
astr.max.mögl.Beschattung	488	280	367	414	481	493	497	451	380	333	270	258

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

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

## 4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen

Im Kapitel 4.8. Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen sind folgende zusätzliche Informationen verfügbar.

Zur Gewährleistung der Einhaltung der Schallimmissionen werden die erforderlichen Leistungsmodi, in Abhängigkeit der jeweiligen Zeiten, im Bordcomputer jeder einzelnen WEA, programmiert, überwacht und gespeichert.

Anhang:

### 4.8.1. Oktavenschalleistungspegel N163 6.X (relevante Werte mit STE)

Zur Gewährleistung der Einhaltung der Schattenwurfimmissionen werden die WEA1, WEA2, WEA3, und WEA 5 mit Schattenwurfmodulen ausgestattet, welche bei Überschreitung der zulässigen gesetzlichen Werte, die jeweilige WEA abschaltet und entsprechend der Rotationsbewegung der Erde und des jeweiligen Sonnenstandes, beim verlassen des entsprechenden Sektors, automatisch wieder in Betrieb genommen wird. Das Schattenwurfmodul wird bei NORDEX programmiert und die erforderlichen Abschaltzeiten werden programmiert und nachweisbar gespeichert.

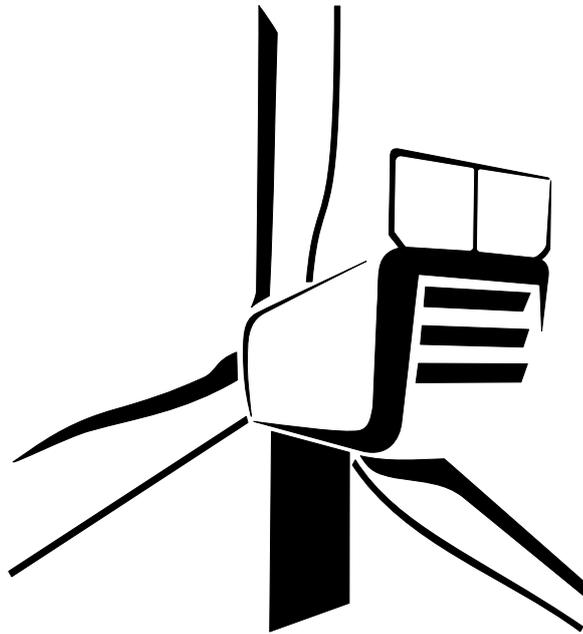
Anhang:

### 4.8.2. Schattenwurfmodul NORDEX WEA

Anlagen:

- 4.8.1. Oktav-Schalleistungspegel\_N163 6.X.pdf
- 4.8.2. Schattenwurfmodul NORDEX WEA.pdf

	Sales document	Doc.: 2017739IN
		Rev.: 09
Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel		Page: 1



Language: English  
Department: Engineering / TAP

Author  18-10-2023	Reviewer <i>Antonia Koch</i> 08-11-2023	Approver  08-11-2023
---	---	---



# Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel

Nordex N163/6.X

© Nordex Energy SE & Co. KG, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany

All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

**Nordex N163/6.X – Operating modes and hub heights / Betriebsweisen und Nabenhöhen**

operating mode / Betriebsweise	rated power / Nennleistung [kW]	available hub heights / verfügbare Nabenhöhen [m]									
		98	108	113	118	119	138	148	159	164	169
Mode 0	7000	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 1	6800	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 2	6690	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 3	6530	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 4	6370	●	●	●	●	●	–	–	●	●	●
Mode 5	6240	●	●	●	●	●	–	–	●	●	●
Mode 6	6080	●	●	●	●	●	–	–	–	●	●
Mode 7	5940	○	○	○	○	○	–	–	–	○	○
Mode 8	5820	○	○	○	○	○	–	○	–	○	○
Mode 9	5270	○	○	○	○	○	○	○	○	○	–
Mode 10	5180	○	○	○	○	○	○	○	○	○	–
Mode 11	4810	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 12	4520	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 13	4230	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 14	3870	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 15	3620	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 16	3380	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mode 17	3180	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

- mode available / Betriebsweise verfügbar
- mode on request / Betriebsweise auf Anfrage
- mode not available / Betriebsweise nicht verfügbar

Abbreviations / Abkürzungen:

STE ... Serrated Trailing Edge / Serrations

**Octave sound power levels / Oktav-Schalleistungspegel  
Nordex N163/6.X with and without / mit und ohne serrated trailing edge**

Basis / Grundlagen:

The expected octave sound power levels of the Nordex N163/6.X are to be determined on basis of aerodynamical calculations and expected sound power levels. These values are valid for 98 m, 108 m, 113 m, 118 m, 119 m, 138 m, 148 m, 159 m, 164 m and 169 m (see available hub heights on pg. 2).  
The expected octave sound power levels are only for information and will not be warranted.

Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel der Nordex N163/6.X werden auf der Basis aerodynamischer Berechnungen und der erwarteten Gesamt-Schalleistungspegel ermittelt. Diese Werte sind gültig für die Nabenhöhen 98 m, 108 m, 113 m, 118 m, 119 m, 138 m, 148 m, 159 m, 164 m und 169 m (siehe verfügbare Nabenhöhen auf S. 2).

Die erwarteten Oktav-Schalleistungspegel dienen nur der Information und werden nicht gewährleistet.

**Nordex N163/6.X without STE / ohne STE**

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.6	97.8	100.3	101.6	103.5	104.2	97.4	83.0	109.4
Mode 1	88.4	97.6	100.1	101.4	103.3	104.0	97.2	82.8	109.2
Mode 2	88.0	97.2	99.7	101.0	102.9	103.6	96.8	82.4	108.8
Mode 3	87.5	96.7	99.2	100.5	102.4	103.1	96.3	81.9	108.3
Mode 4	87.0	96.2	98.7	100.0	101.9	102.6	95.8	81.4	107.8
Mode 5	86.5	95.7	98.2	99.5	101.4	102.1	95.3	80.9	107.3
Mode 6	86.0	95.2	97.7	99.0	100.9	101.6	94.8	80.4	106.8
Mode 7	85.5	94.7	97.2	98.5	100.4	101.1	94.3	79.9	106.3
Mode 8	85.0	94.2	96.7	98.0	99.9	100.6	93.8	79.4	105.8
Mode 9	83.0	92.2	94.7	96.0	97.9	98.6	91.8	77.4	103.8
Mode 10	82.5	91.7	94.2	95.5	97.4	98.1	91.3	76.9	103.3
Mode 11	82.0	91.2	93.7	95.0	96.9	97.6	90.8	76.4	102.8
Mode 12	81.5	90.7	93.2	94.5	96.4	97.1	90.3	75.9	102.3
Mode 13	81.0	90.2	92.7	94.0	95.9	96.6	89.8	75.4	101.8
Mode 14	80.5	89.7	92.2	93.5	95.4	96.1	89.3	74.9	101.3
Mode 15	80.0	89.2	91.7	93.0	94.9	95.6	88.8	74.4	100.8
Mode 16	79.5	88.7	91.2	92.5	94.4	95.1	88.3	73.9	100.3
Mode 17	79.0	88.2	90.7	92.0	93.9	94.6	87.8	73.4	99.8

**Nordex N163/6.X with STE / mit STE**

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Mode 0	88.6	96.2	98.3	99.5	101.3	102.0	96.4	82.0	107.4
Mode 1	88.4	96.0	98.1	99.3	101.1	101.8	96.2	81.8	107.2
Mode 2	88.0	95.6	97.7	98.9	100.7	101.4	95.8	81.4	106.8
Mode 3	87.5	95.1	97.2	98.4	100.2	100.9	95.3	80.9	106.3
Mode 4	87.0	94.6	96.7	97.9	99.7	100.4	94.8	80.4	105.8
Mode 5	86.5	94.1	96.2	97.4	99.2	99.9	94.3	79.9	105.3
Mode 6	86.0	93.6	95.7	96.9	98.7	99.4	93.8	79.4	104.8
Mode 7	85.5	93.1	95.2	96.4	98.2	98.9	93.3	78.9	104.3
Mode 8	85.0	92.6	94.7	95.9	97.7	98.4	92.8	78.4	103.8
Mode 9	83.0	90.6	92.7	93.9	95.7	96.4	90.8	76.4	101.8
Mode 10	82.5	90.1	92.2	93.4	95.2	95.9	90.3	75.9	101.3
Mode 11	82.0	89.6	91.7	92.9	94.7	95.4	89.8	75.4	100.8
Mode 12	81.5	89.1	91.2	92.4	94.2	94.9	89.3	74.9	100.3
Mode 13	81.0	88.6	90.7	91.9	93.7	94.4	88.8	74.4	99.8
Mode 14	80.5	88.1	90.2	91.4	93.2	93.9	88.3	73.9	99.3
Mode 15	80.0	87.6	89.7	90.9	92.7	93.4	87.8	73.4	98.8
Mode 16	79.5	87.1	89.2	90.4	92.2	92.9	87.3	72.9	98.3
Mode 17	79.0	86.6	88.7	89.9	91.7	92.4	86.8	72.4	97.8

# Allgemeine Dokumentation

## Schattenwurfmodul

**Rev. 07/10.02.2023**

Dokumentennr.: K0815\_051312\_DE  
Status: Released  
Sprache: DE-Deutsch  
Vertraulichkeit: Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -  
Dokument wird elektronisch verteilt.  
Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2023 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Gamma	K08 Gamma	N90/2500, N100/2500, N117/2400
Delta	K08 Delta	N100/3300, N117/3000, N117/3000 controlled, N117/3600, N131/3000, N131/3000 controlled, N131/3300, N131/3600, N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X, N175/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Schattenwurfüberwachung .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Funktionsweise .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>Protokollierung .....</b>	<b>6</b>
4.1	Konfiguration .....	6
4.2	Abschaltkalender .....	6
<b>5.</b>	<b>Hardwarekomponenten .....</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>Zentraleinheit .....</b>	<b>6</b>
<b>7.</b>	<b>Lichtsensor .....</b>	<b>7</b>
<b>8.</b>	<b>Schnittstelle zu den Windenergieanlagen.....</b>	<b>7</b>

## 1. Einleitung

Der sich drehende Rotor einer Windenergieanlage verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf. Dieser kann an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen führen und somit dazu beitragen, dass die Akzeptanz von Windenergieanlagen in der Bevölkerung beeinträchtigt wird. Um den Schutz der Anwohner von Windparks zu gewährleisten, werden durch die Immissionsschutzbehörden Auflagen erlassen, die die Schattenwurfdauer auf ein verträgliches Maß begrenzen. Dafür wird eine Überwachungseinrichtung gefordert, die bei Überschreitung der zulässigen Schattenwurfdauer die verursachende Windenergieanlage abschaltet. Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 bietet die technische Lösung zur Einhaltung der behördlichen Auflagen und protokolliert alle Schattenwurfereignisse in einer Logtabelle.

## 2. Schattenwurfüberwachung

Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 kann die Schattenwurfbelastung an bis zu 2000 Gebäuden (Immissionsorten) überwachen. Dabei können bis zu 100 Windenergieanlagen berücksichtigt werden. Für jedes Gebäude können eine tägliche und eine auf einen Jahreszeitraum bezogene zulässige Schattenwurfbelastung definiert werden. Bestimmte Wochentage (z. B. Samstag und Sonntag bei gewerblich genutzten Gebäuden) können bei der Schattenwurfüberwachung ausgeblendet werden. Bei der Überschreitung der maximal zulässigen Schattenwurfbelastung wird die verursachende Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet. Alle Schattenwurfereignisse und Abschaltungen werden protokolliert.

## 3. Funktionsweise

Mit Hilfe eines Lichtsensors wird die Intensität des Sonnenlichtes in vier Richtungen gemessen. Auf Basis dieser Ergebnisse kann das Schattenwurfmodul beurteilen, ob bei den bestehenden Lichtverhältnissen grundsätzlich Schattenwurffeffekte auftreten können. Parallel dazu berechnet die Zentraleinheit fortwährend, ob eines der zu schützenden Gebäude aufgrund des aktuellen Sonnenstands vom Rotorschatten einer Windenergieanlage getroffen wird. Die Zentraleinheit prüft dabei, ob die Windenergieanlage überhaupt im Betrieb ist, und berücksichtigt, welche Position der Rotor zur Sonne hat. Wird an einem Gebäude eine Schattenwurfbelastung erkannt, werden die entsprechenden Tages- und Jahreszähler erhöht. Bei der Überschreitung der maximal zulässigen Schattenwurfbelastung wird die verursachende Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet.

Die Windenergieanlage kann bei geringer Leistung auch abgeschaltet werden, obwohl noch keine Überschreitung der zulässigen Schattenwurfbelastung eingetreten ist. Dadurch kann das zur Verfügung stehende Jahresbudget für den leistungsstärkeren Betrieb der Windenergieanlage geschont werden. Die Leistungsgrenze, ab der eine vorzeitige Abschaltung erfolgen soll, kann für jede Windenergieanlage individuell eingestellt werden.

## 4. Protokollierung

### 4.1 Konfiguration

Die Konfiguration des Schattenwurfmoduls enthält alle projektspezifischen Daten. In ihr werden u. a. die Standorte und die Beschaffenheit der Windenergieanlagen und zu schützenden Gebäude hinterlegt und die maximal zulässige Beschattungsdauer definiert.

### 4.2 Abschaltkalender

Es kann ein Abschaltkalender generiert werden, um die Windenergieanlagen für einen bestimmten Zeitraum anzuhalten. Bei diesen Abschaltungen kann auch berücksichtigt werden, ob aufgrund der herrschenden Lichtverhältnisse Schattenwurf grundsätzlich möglich ist. Der Abschaltkalender kann bis zu 40000 Abschaltungen enthalten.

## 5. Hardwarekomponenten

Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 besteht aus einer Zentraleinheit und mindestens einem Lichtsensor, weitere sind möglich. Im Lichtsensor ist ein GPS-Modul integriert, welches für die Zeiterfassung und Positionsbestimmung der WEA genutzt wird. Der Lichtsensor wird auf einen Sensorhalter auf dem Maschinenhausdach montiert.

## 6. Zentraleinheit

Die Zentraleinheit des Schattenwurfmoduls SWM-V4.0 wird im Turmfuß der Windenergieanlage (Generation gamma) oder in der Gondel/Substation (Generation delta) montiert. Pro Windpark ist eine Zentraleinheit notwendig.

### Funktionen der Zentraleinheit

- Berechnung der Schattenwurfzeiten an den zu überwachenden Gebäuden
- Abfrage der Lichtsensoren
- Kommunikation mit den Windenergieanlagen im Windpark über eine Netzwerkschnittstelle
- Stoppen der verursachenden Windenergieanlage bei Überschreitung der zulässigen Schattenwurfbelastung
- Protokollierung aller Ereignisse und Abschaltungen von Windenergieanlagen

## 7. Lichtsensor

Der Lichtsensor wird mit einem Halter auf dem Maschinenhausdach einer ausgewählten Windenergieanlage im Windpark installiert. Der Lichtsensor kommuniziert über das vorhandene Netzwerk mittels TCP/IP mit der Zentraleinheit des Schattenwurfmoduls. Es wird die direkte Beleuchtungsstärke des Sonnenlichts gemessen. Zusätzlich werden der Zentraleinheit Zeit- und Ortsdaten (über GPS-Empfänger) zur Verfügung gestellt.

## 8. Schnittstelle zu den Windenergieanlagen

Die Zentraleinheit kommuniziert mit den Windenergieanlagen über eine Netzwerkschnittstelle. Diese arbeitet als Client bezogen auf die Serverschnittstellen, welche in der Betriebsführungssoftware-Software der Windenergieanlagen angesiedelt sind. Die WEA-Steuerung übergibt per LAN und Modbus-TCP-Daten-Protokoll alle relevanten Daten an die Zentraleinheit des SWM. Start/Stop-Befehle werden von der Zentraleinheit des SWM per LAN (Modbus TCP) an die einzelnen WEA übermittelt. Nach der Abfrage und Verarbeitung der Daten werden Stopfbefehle, Alarm- und andere Statusmeldungen an die einzelnen Windenergieanlagen übergeben.



**4.9 Emissionsgenehmigung gemäß TEHG**

**4.10 Sonstiges**

Im Kapitel 4.10. werden weitere Informationen zur generellen Umwelteinwirkung von NORDEX WEA auf die Umwelt erklärt.

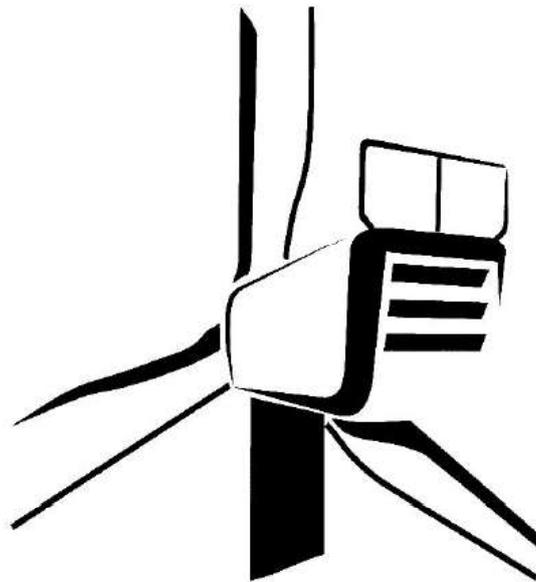
Anhang:

**4.10. Umwelteinwirkungen von WEA (NORDEX)**

Anlagen:

- 4.10. Umwelteinwirkungen\_WEA NORDEX.pdf

	<b>ALLGEMEINE DOKUMENTATION</b>	Doc.: <b>NALL01_008514_DE</b>
		Rev.: <b>09</b>
<b>UMWELTEINWIRKUNGEN EINER WINDENERGIEANLAGE</b>		Page: <b>1/10</b>



Language: DE - German  
 Department: Engineering/ CPS / Processes & Documents

Done  08-02-2023	Reviewed   08-02-2023	Approved   08-02-2023
------------------------	---	---

  
TKI

© 2023 NORDEX GROUP. All rights reserved.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2023 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

<http://www.nordex-online.com>

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Gamma	K08 Gamma	N90/2500, N100/2500, N117/2400
Delta	K08 Delta	N100/3300, N117/3000, N117/3000 controlled, N117/3600, N131/3000, N131/3000 controlled, N131/3300, N131/3600, N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X, N175/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Warum brauchen wir Windenergie? .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Treibhausgasbilanzen für Stromerzeugung .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Sonstige Umwelteinwirkungen .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Umweltkosten der Stromerzeugung .....</b>	<b>8</b>

## 1. Warum brauchen wir Windenergie?

Eine Windenergieanlage (WEA) wandelt die Bewegungsenergie des Windes in elektrischen Strom um. Dieser Strom wird somit gewonnen, ohne das Treibhausgas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) zu erzeugen. Ein großer Vorteil für unsere Umwelt gegenüber Kohle-, Öl- oder Gaskraftwerken. Dadurch wird ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der Kohlendioxid-Emission und zur Verringerung des Treibhauseffektes geleistet.

Eine Windenergieanlage erzeugt während ihrer Lebensdauer ein Vielfaches der Energie als für ihren Bau, den Betrieb und die Entsorgung erforderlich ist. Bei konventionellen Kraftwerken beträgt dieser Wert (Erntefaktor) weit unter 1, weil ständig Rohstoffe als Energieträger zugeführt werden. Eine Windenergieanlage kann in wenigen Monaten die Energie wieder produzieren, die für die eigene Herstellung, Betrieb, Auf-, Abbau und Entsorgung benötigt wird.

## 2. Treibhausgasbilanzen für Stromerzeugung

Die Tabelle zeigt einen Vergleich der spezifischen Emissionen je kWh der unterschiedlichen Erzeugungssysteme, fossil/erneuerbar. Ein direkter Vergleich ist nur bei Berücksichtigung der Kosten für Bau, Betrieb, Wartung, Reparatur sowie Entsorgung der Anlagen möglich. Weiterhin sind starke Schwankungen durch Ort der Anlage, Güte des Energieträgers, Lebensdauer und Größe der Anlage möglich. Berücksichtigt sind ebenfalls die Emissionen die sich durch die Bereitstellung von Backup-Leistungen für Solar- und Windenergieanlagen ergeben.

Strom aus	Spezifische äquivalente CO <sub>2</sub> -Emissionen in g/kWh
Kernenergie	10 - 30
Steinkohle	750 - 1100
Braunkohle	980 - 1230
Erdöl	890
Gas	400 - 640
Photovoltaik	50 - 100
Solarthermie	50 - 100
Biomasse	-580 - 156*
Windpark onshore	23
Windpark offshore	10 - 40
Wasser-Kraftwerk	10 - 40

\* direkter Vergleich nicht möglich, aufgrund unterschiedlicher Nutzungsvarianten (reine Stromerzeugung, Kraft-Wärme-Kopplung) und Techniken (Dampfturbine, Heizkraftwerk, Holzvergasung etc.)

Quelle: „CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung – Ein ganzheitlicher Vergleich verschiedener Techniken, BWK Das Energie-Fachmagazin Bd. 59 (2007) Nr. 10

### 3. Sonstige Umwelteinwirkungen

#### Abfall

Der Betrieb von Windenergieanlagen erzeugt kaum Abfälle, da keine Roh- oder Recyclingstoffe verarbeitet werden. Wichtigster Abfall sind die Schmierstoffe (Altöle). Diese fallen jedoch nicht regelmäßig, sondern nur nach Erfordernis an (Qualitätskontrolle im Labor). Sollte ein Ölwechsel notwendig sein, werden die dabei anfallenden Altöle über einen hierfür zugelassenen Entsorgungsbetrieb aus der Region entsorgt.

#### Abwasser

Auf der Baustelle und im Betrieb der Windenergieanlagen fällt kein Abwasser an. Regenwasser versickert, sodass auch kein gefasstes Niederschlagswasser abzuleiten ist.

#### Blitzschlag

Windenergieanlagen wirken in ihrer direkten Umgebung wie ein Blitzfänger. Daher besitzen sie ein spezielles Blitzschutzsystem, das die Blitze sicher ins Erdreich ableitet. Es gibt keine negativen Auswirkungen auf das öffentliche Stromnetz oder die Umgebung der Windenergieanlagen.

#### Boden

Durch das Fundament, die Montagefläche und die Zuwegung wird in das Gefüge des Bodens und seine Funktionen eingegriffen. Eine wichtige Funktion – die der Versickerung und Grundwasserneubildung – wird nur vernachlässigbar gering beeinträchtigt, da sämtliche Platz- und Wegeflächen in der Regel in wasserdurchlässiger Schotterbauweise erstellt werden. Niederschlagswasser wird weder gefasst noch abgeleitet.

#### Eisansatz

Die Windenergieanlage sollte stillgesetzt werden, wenn Vereisung der Rotorblätter auftritt. Das Eisdetektionssystem für Nordex- Windenergieanlagen (WEA) erkennt anhand von auffälligen Vibrationen oder Abweichungen zwischen theoretischer und tatsächlicher Leistung, ob Eisansatz auf dem Rotorblatt vorhanden ist. So erfolgt eine Alarmmeldung und mögliche Abschaltung der WEA.

#### Elektromagnetische Wellen

Auch von einer Windenergieanlage gehen – wie von jedem elektrischen Gerät – elektromagnetische Wellen aus. Der Aufenthalt auf der Anlage ist ungefährlich, Trägern eines Herzschrittmachers wird jedoch generell empfohlen Windkraftanlagen nicht zu betreten.

Da Windenergieanlagen im Allgemeinen mehrere hundert Meter von jedem Haus entfernt stehen und das elektrische Feld exponentiell mit dem Abstand abnimmt, sind keine Auswirkungen im Umfeld zu erwarten.

#### Energiebedarf

Die verschiedenen Hilfssysteme einer Windenergieanlage verbrauchen Strom, z. B. für die Steuerung, die Windnachführung, Hydraulikpumpe usw. Bei sehr kleinen Windgeschwindigkeiten (keine Stromproduktion) wird dieser Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen. Der durchschnittliche Jahresenergiebedarf einer Windenergieanlage beträgt etwa ein Tausendstel bis maximal ein halbes Hundertstel

(1...5 Promille) ihrer Jahresproduktion. Der Energiebedarf ist stark von den klimatischen Verhältnissen des Standortes abhängig.

### **Klima**

Für das örtliche Kleinklima sind keine Veränderungen durch eine Windenergieanlage zu erwarten. Allgemein wird jedoch die weltklimatisch bedeutende CO<sub>2</sub>-Bilanz entlastet, was zur Verringerung des Treibhauseffekts wichtig ist.

### **Geräusche**

Windenergieanlagen verursachen Geräusche, insbesondere durch die Bewegung der Rotorblätter im Wind. In den meisten Fällen sind jedoch die Umgebungsgeräusche in der Nähe des Ohrs weitaus lauter als das Geräusch der entfernten Windenergieanlage. Dies hängt vor allem von der Windgeschwindigkeit und der Umgebungsstruktur ab (z. B. Bäume).

Die Schallemissionen werden gemäß internationaler Normen gemessen und werden in der Planung von Windparks berücksichtigt. Gesetzlich vorgeschriebene Mindestabstände zu schallsensitiven Punkten, z. B. Gebäuden, werden eingehalten.

Wie jedes Bauwerk werfen auch Windenergieanlagen Schatten. Bei Windenergieanlagen wird besonders der bewegte Schatten der Rotorblätter betrachtet. Zum Schutz der umliegenden Wohnbebauung sind bezüglich des Schattenwurfs Grenzwerte einzuhalten. Bei langer Schattenwurfdauer besteht die Möglichkeit, ein Zusatzgerät zu installieren, das die betreffende Windenergieanlage ein- und ausschalten kann. Das Gerät wird so programmiert, dass die betroffenen Häuser der Umgebung nicht unzulässig beeinträchtigt werden.

Infolge von Auflagen der örtlichen Luftfahrtbehörden kann es durch Luftfahrthindernisskennzeichen zu Einwirkungen kommen.

### **Luft**

Hinsichtlich der Luftqualität treten ausschließlich positive Effekte auf. Im Gegensatz zu herkömmlicher Stromproduktion entsteht keine Abluft, es wird sogar der Ausstoß von Treibhausgasen (Kohlendioxid) vermieden.

### **Rohstoffbedarf**

Zur Stromproduktion werden nahezu keine Roh- oder Recyclingstoffe eingesetzt. Lediglich die Schmierstoffe sind mehr oder weniger regelmäßig zu erneuern. Dies ist im Verhältnis zur produzierten Strommenge jedoch unerheblich.

### **Wasser**

Es wird in keiner Weise Wasser eingesetzt oder verbraucht.

Hinsichtlich eines möglichen Ölaustritts aus Maschinen sind mehrfach Sicherungen und Auffangwannen in der Windenergieanlage vorhanden. Ein Ölaustritt aus der Windenergieanlage wird damit sicher unterbunden, sodass keine Gefährdung für Oberflächen- oder Grundwasser besteht.

### **Natur und Landschaft**

Eine Windenergieanlage ist wie jedes menschliche Bauwerk ein Eingriff in Natur und Landschaft. Bei gesetzlich vorgeschriebenen Auflagen sind Eingriffe auszugleichen. Zur Bestimmung des notwendigen Ausgleichs wird ein Gutachten erstellt.

## 4. Umweltkosten der Stromerzeugung

Bei der Stromerzeugung entstehen vor allem durch die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen Kosten, die abhängig vom eingesetzten Energieträger sind. Bei Beurteilung dieser Kosten gibt es verschiedene Ansätze, die direkte und indirekte Einwirkungen, aber auch gesamtgesellschaftliche Auswirkungen berücksichtigen. Bei Berücksichtigung der Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten des Umweltbundesamtes ergeben sich die folgenden Kosten für die Stromerzeugung durch den Einsatz verschiedener Energieträger:

Stromerzeugung durch	Luftschadstoffe	Treibhausgase (195 €/t CO <sub>2</sub> Äq)	Umweltkosten gesamt
in Eurocent <sub>2010</sub> pro Kilowattstunde			
Braunkohle	2,07	20,65	22,70
Steinkohle	1,68	18,82	20,50
Erdgas	0,87	8,51	9,38
Öl	5,18	16,56	21,74
Windenergie*	0,11	0,20	0,30

Quelle: Umweltbundesamt, Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten), 12/2020

\* Nach Erzeugungsanteilen gewichteter Durchschnittswert aus onshore und offshore Windenergie

### Vermiedene Umweltkosten durch den Einsatz von Windkraftanlagen

Daraus ergeben sich für eine Windkraftanlage Nordex Delta4000 und einem Standort mit einer mittleren Jahreswindgeschwindigkeit von 7,0 m/s (ca. 16,3 Mio. kWh) vermiedene Umweltkosten in Höhe von ca. 3,65 Mio € gegenüber dem Einsatz von Braunkohle zur Erzeugung der gleichen Strommenge.



