

# Schattenwurfgutachten für den Windpark „Grüntal Nord“

Planung von 5 Windenergieanlagen  
(5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW)

Standort

Sydower Fließ – Grüntal (Brandenburg)

**im Auftrag der**

**NWind GmbH**

Haltenhoffstr. 50 A

D-30167 Hannover

**Bearbeitung:**

**MeteoServ - Ingenieurbüro für Meteorologische Dienstleistungen GbR**

Spessartring 7, D-61194 Niddatal

Tel.: 06034-9023010, Fax: 06034-9023013, Email: info@meteoserv.de

Das vorliegende Schattenwurfgutachten für den Windpark „Grüntal Nord“ wurde im Auftrag der NWind GmbH erstellt. Die vorgenommenen Berechnungen und Bewertungen der Schattenwurfimmissionen in der schutzbedürftigen Umgebung der geplanten Windenergieanlagen basieren auf den Empfehlungen des Länderausschuss Immissionen LAI („Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen - WEA-Schattenwurf-Hinweise“ /1/) unter Berücksichtigung der WEA-Schattenwurfleitlinie des Landes Brandenburg /14/. Die in der Bearbeitung verwendeten Daten und Unterlagen zum Anlagenkonzept sowie zur Anlagengeometrie wurden uns vom Auftraggeber bzw. Anlagenhersteller zur Verfügung gestellt.

Seitens der Gutachter werden keine Garantien bzw. Gewährleistungen für die Einhaltung der Prognoseergebnisse übernommen. Ein Haftungsanspruch für Irrtümer oder Abweichungen ist ausgeschlossen.

Niddatal, den 27.05.2020



---

Dipl.-Met. Stefan Schaaf  
(Geschäftsführer)

## **Zusammenfassung und Bewertung**

In der vorliegenden Untersuchung wurden die zu erwartenden Schattenwurfimmissionen in der Umgebung des geplanten Windparks „Grüntal Nord“ bestimmt. Bei dem Bauvorhaben handelt es sich entsprechend des vorliegenden Vorentwurfs zum Bebauungsplan „Windpark Grüntal Nord“ der Gemeinde Sydower Fließ um die geplante Errichtung von 5 Windenergieanlagen im Bereich der Gemarkung Grüntal (WEA 1-5: 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m). Als Vorbelastung wurden weitere Planungen von Windenergieanlagen aus der unmittelbaren Standortumgebung (WPD-Planung „Windpark Grüntal Süd“: WEA 38-42, EWE-Planung „Windpark Tuchen-Klobbicke“: WEA 43-46 u. UKA-Planung: WEA 47) vom jeweils gleichen Anlagentyp Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW (Nabenhöhe: 131 m) nach Angaben des Auftraggebers berücksichtigt. Alle weiteren in der weitläufigen Umgebung vorhandenen bzw. genehmigten oder beantragten Windenergieanlagen bzw. Windparks sind aufgrund ihrer Positionen und Entfernungen zu den maßgeblichen Immissionsorten als nicht schattenwurfrelevant einzustufen und konnten daher für die vorliegende Untersuchung vernachlässigt werden. Die Prognoseergebnisse zeigen sowohl für das worst case-Szenario als auch für den meteorologisch wahrscheinlichen Fall (real case), dass durch den betriebsbedingten Schattenwurf ohne immissionsmindernde Maßnahmen eine nicht unerhebliche Beeinträchtigung an einzelnen schutzbedürftigen Bebauungen in der Gemarkung Grüntal zu erwarten wäre. Alle anderen umliegenden Gemeindeteile befinden sich außerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten Windenergieanlagen. Um die Sicherstellung der Einhaltung der Richtwerte auch in der Gemarkung Grüntal zu gewährleisten, ist eine Installation von Abschaltmodulen zu empfehlen, wobei die Windenergieanlagen WEA 1 und WEA 2 aufgrund ihrer Positionen sich als nicht schattenwurfrelevant darstellen. Eine Auflage hinsichtlich der Installation von Abschaltmodulen kann daher auf die Anlagen WEA 3-5 beschränkt werden.

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung und Bewertung</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>1 Sachverhalt und Gegenstand des Gutachtens</b>	<b>4</b>
<b>2 Beurteilungs- und Bewertungsgrundlagen</b>	<b>5</b>
2.1 Allgemeine Grundlagen und Berechnungsmethode	5
2.2 Kartenmaterial und Planungsunterlagen	7
2.3 Technische Daten der Windenergieanlagen	7
2.4 Sonstige Beurteilungsgrundlagen	8
<b>3 Projektstandort und Umgebungsbedingungen</b>	<b>9</b>
3.1 Projektstandort	9
3.2 Immissionsorte	10
<b>4 Ergebnisse</b>	<b>12</b>
4.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer	12
4.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer	14
<b>5 Literaturverzeichnis</b>	<b>16</b>
<b>Anhang</b>	<b>18</b>

## 1 Sachverhalt und Gegenstand des Gutachtens

Die NWind GmbH plant entsprechend des vorliegenden Vorentwurfs zum Bebauungsplan „Windpark Grüntal Nord“ (s. Anhang) auf den Flächen der Gemeinde Sydower Fließ in der Gemarkung Grüntal die Errichtung von 5 Windenergieanlagen (WEA 1-5: 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m). Neben den vom Auftraggeber geplanten Windenergieanlagen existieren weitere Windparkplanungen vom gleichen Anlagentyp Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW (jeweils Nabenhöhe: 131 m) in der unmittelbaren Standortumgebung (WPD-Planung „Windpark Grüntal Süd“: WEA 38-42, EWE-Planung „Windpark Tuchen-Klobbicke“: WEA 43-46 u. UKA-Planung: WEA 47), die als Vorbelastung berücksichtigt wurden. Alle weiteren in der weitläufigen Umgebung vorhandenen, genehmigten oder beantragten Windenergieanlagen bzw. Windparks sind aufgrund ihrer Positionen und Entfernungen zu den maßgeblichen Immissionsorten (IO E-G) als nicht schattenwurfrelevant einzustufen und konnten daher für die vorliegende Untersuchung vernachlässigt werden (s. Kapitel 2.3 u. 3.2). Das in Auftrag gegebene Gutachten dient der Prognose des periodischen Schattenwurfs in der schutzbedürftigen Umgebung der Windenergieanlagen. Die Berechnung und Beurteilung der Schattenwurfimmissionen wurde auf Grundlage der Empfehlungen des Länderausschuss Immissionen (LAI) /1/ unter Berücksichtigung der WEA-Schattenwurfleitlinie des Landes Brandenburg /14/ durchgeführt. Dabei wurde zum einen die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case, LAI-Richtwert Schattenwurfdauer: 30 h/a bzw. 30 min/d) und zum anderen anhand klimatologischer Daten (Wind- und Strahlungsverhältnisse, s. Kapitel 2.1) die meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer (real case, LAI-Richtwert Schattenwurfdauer: 8 h/a) für die Standortumgebung bestimmt. Topografische Effekte bzw. Höhenunterschiede zwischen den Windenergieanlagen und den Immissionsorten wurden über ein digitales Geländemodell /2/ erfasst.

## 2 Beurteilungs- und Bewertungsgrundlagen

### 2.1 Allgemeine Grundlagen und Berechnungsmethode

Der durch den umlaufenden Rotor einer Windenergieanlage verursachte periodische Schattenwurf ist im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetz /3/ ein umweltbelastender Eintrag (Immission). Als Kernschatten bezeichnet man die vollständige Verdeckung der Sonne durch das Rotorblatt, während die unvollständige Abdeckung als Halbschatten bezeichnet wird. Je nach Drehzahl des Rotorblattes werden bei Sonnenschein Helligkeits- bzw. Lichtwechsel mit einer Frequenz zwischen 0,4 Hz und 3 Hz ausgelöst, die vom Menschen allgemein als störend empfunden werden. Einwirkungen durch periodischen Schattenwurf auf Immissionsorte können nur dann sicher ausgeschlossen werden, wenn diese außerhalb des möglichen Beschattungsbereichs der jeweiligen Anlage liegen. Soweit sich zu berücksichtigende Immissionsorte innerhalb des Beschattungsbereiches der Windenergieanlagen befinden, muss mit zeitweilig auftretenden und wiederkehrenden Belästigungen gerechnet werden.

Die Grundlage zur Prognose bzw. Berechnung des von einer Windenergieanlage ausgehenden Schattenwurfs bildet der Sonnenstand, der den Einstrahlungswinkel des Sonnenlichts zur Erdoberfläche angibt. Er ist standort- und tageszeitabhängig sowie über das Jahr veränderlich. Für die vorliegende Prognose wurde der Sonnenstand nach allgemein zugängigen Methoden, wie u.a. in /4/, /5/ und /6/ beschrieben, berechnet. Die Dauer und der geometrische Verlauf des Schattenwurfs wurde für ein Raster mit einer räumlichen Auflösung von 10 m x 10 m in einem Umkreis von 5 km um die jeweiligen Standorte für das Gesamtjahr berechnet (Simulationssoftware WindPRO – Modul Shadow /13/, Ergebnisse s. Kapitel 4). Hierzu wurden neben den geografischen Positionen und der geometrischen Daten (Nabenhöhe, Rotordurchmesser, Blatttiefe) der Windenergieanlagen, die orografischen Verhältnisse in der weiträumigen Umgebung des Standortes berücksichtigt. Entsprechend des LAI /1/ wurde aufgrund des Bewuchses und der Bebauung sowie der zu durchdringenden Atmosphärenschichten potentieller

Schattenwurf für Sonnenstände unter  $3^\circ$  Erhöhung über Horizont vernachlässigt. Für das Rotorblatt, das mindestens 20 % der Sonnenfläche verdecken muss, wurde eine rechteckige Geometrie mit einer mittleren Blatattiefe<sup>1</sup> angenommen. Falls die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case) am jeweiligen Immissionsort (in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund) nicht mehr als 30 Stunden pro Kalenderjahr (30 h/a) und darüber hinaus nicht mehr als 30 Minuten pro Kalendertag (30 min/d) beträgt, kann eine Einwirkung durch den zu erwartenden periodischen Schattenwurf als nicht erheblich belästigend angesehen werden (/7/, /8/). Zur Prognose des „worst case“ wurde kontinuierlicher Sonnenschein bei wolkenlosem Himmel und senkrechte Sonneneinstrahlung in Bezug zur Rotorfläche sowie Dauerbetrieb der Anlage angenommen. Von Relevanz sind die an einem Immissionsort tatsächlich auftretenden bzw. wahrnehmbaren Immissionen, die nur bei bestimmten Wetterbedingungen auftreten können (meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer – „real case“). Bei der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer (real case) sind aufgrund des Windklimas und der Sonnenscheinhäufigkeit des Standortes deutlich geringere Schattenwurfzeiträume als im o. g. „worst case“ zu erwarten. Ein entsprechend niedrigerer Richtwert von 8 Stunden pro Kalenderjahr (8 h/a) ist hier nach /9/ anzusetzen. Zur Prognose der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer (real case) wurden die Witterungsverhältnisse am Standort durch langfristige Klimazeitreihen (hier: Windstatistik der standortnahen DWD-Wetterstation „Angermünde“ /10/ sowie die Sonnenscheindauer/-wahrscheinlichkeit nach Angaben der Meteonorm-Datenbank /11/) berücksichtigt. Topografische Effekte, wie Höhendifferenzen im Gelände zwischen den Windenergieanlagenstandorten und den Immissionsorten wurden unter Verwendung eines digitalen Geländemodells /2/ erfasst.

---

<sup>1</sup> Mittlere Blatattiefe =  $\frac{1}{2}$  (max. Blatattiefe + min. Blatattiefe bei  $0,9 \cdot$  Rotorradius)

## 2.2 Kartenmaterial und Planungsunterlagen

Als Kartenmaterial wurden verwendet:

- Lage-/Bebauungsplan (Vorentwurf, s. Anhang) mit Standortkoordinaten der geplanten Windenergieanlagen nach Angaben des Auftraggebers (s. Kapitel 3.1)
- Topografische Karte des Landesvermessungsamt Brandenburg Berlin /12/ und OpenTopoMap /15/
- Digitales Geländemodell Brandenburg /2/

## 2.3 Technische Daten der Windenergieanlagen

Bei den Planungen des Auftraggebers (Zusatzbelastung: WEA 1-5) und den Fremdplanungen aus der unmittelbaren Umgebung (Vorbelastung: WEA 38-47)<sup>2</sup>, handelt es sich jeweils um den Anlagentyp Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW (Nabenhöhe: 131 m). Zur Abklärung einer potentiellen schattenwurfrelevanten Vorbelastung durch weitere Windenergieanlagen aus der weitläufigen Standortumgebung wurden die entsprechenden Bestandes- bzw. Genehmigungslisten bei den zuständigen Genehmigungsbehörden (LfU Brandenburg – Referate T22 u. T23) angefordert. Die hiernach aufgeführten Windenergieanlagen WEA 6-37 (s. „Liste der Vorbelastungsanlagen“ im Anhang) konnten vor dem Hintergrund der sehr großen Entfernungen zu den Immissionsorten (IO E-G, s. Kapitel 3.2) und der maximal zu erwartenden Schattenwurfreichweiten (< 2 km, vgl. WEA-Schattenwurf-Hinweise /1/ u. WEA-Schattenwurfleitlinie des Landes Brandenburg /14/) von der Untersuchung ausgeschlossen werden. Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung der technischen Daten der als Zusatz- bzw. Vorbelastung berücksichtigten Windenergieanlagen.

---

<sup>2</sup>Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde davon ausgegangen, dass ausschließlich auf die den Vorentwürfen zu den Bebauungsplänen „Windpark Grüntal Nord“, „Windpark Grüntal Süd“ und „Windpark Tuchen-Klobbicke“ ausgewiesenen Anlagenstandorte abgestellt werden kann, ohne zugleich die in diesen Bereichen zuvor immissionsschutzrechtlich beantragten Windenergieanlagen – da beide Planungen sich ausschließen – als Vorbelastung zu berücksichtigen.



**Tabelle 1:** Technische Daten der schattenwurfrelevanten Windenergieanlagen.

Typenbezeichnung	Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW (WEA 1-5 u. WEA 38-47)
Rotordurchmesser (m)	138,3
Rotoranzahl	3
Zusatzkomponente	TES (Sägezahnhinterkante)
Max. Rotorblatttiefe (m)	3,93
Blatttiefe 90 %-Rotorradius (m)	1,02
Nennleistung (kW)	4.200
Nabenhöhe (m)	131
Rotordrehzahl (rpm)	5 – 11,1
Leistungsregelung	Pitch
Einschaltgeschwindigkeit (m/s)	2
Abschaltgeschwindigkeit (m/s)	28

## 2.4 Sonstige Beurteilungsgrundlagen

Zur Vervollständigung der Beurteilungsgrundlagen wurde seitens des Gutachters eine Standortbesichtigung am 07.05.2018 vorgenommen (Projektstandort u. Immissionsorte s. Kapitel 3 u. Anhang).

## 3 Projektstandort und Umgebungsbedingungen

### 3.1 Projektstandort

Im Rahmen der Prognose der Schattenwurfimmissionen wurde eine Standortbesichtigung am 07.05.2018 vorgenommen. Die örtlichen Gegebenheiten des Projektstandortes (s. Abbildung 1) und der Immissionsorte wurden durch Fotodokumentation, geografische Positionen mittels GPS erfasst.



**Abbildung 1:** Projekt-Standort „Grüntal Nord“ (angrenzendes Waldgebiet im Hintergrund) bei einer durchgeführten Besichtigung am 07.05.2018. Fotostandort<sup>3</sup>: ca. 560 m südwestlich der geplanten Anlage WEA 4.

Der Standort der geplanten Windenergieanlagen befindet sich

- im Land Brandenburg,
- im Landkreis Barnim,
- auf den Flächen der Gemeinde Sydower Fließ,
- Gemarkung Grüntal

Die geografischen Positionen der geplanten Windenergieanlagen gehen aus den Koordinaten der Tabelle 2 hervor.

---

<sup>3</sup>Fotostandort (UTM 33, ETRS89): Rechtswert = 415.514, Hochwert = 5.845.041.

**Tabelle 2:** UTM-Koordinaten (Zone: 33, Datum: ETRS89) der geplanten Windenergieanlagen WEA 1-5.

Bezeichnung	Typ	Nabenhöhe	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN
WEA 1	Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW	131 m	415.312	5.846.766	65 m
WEA 2	Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW	131 m	415.333	5.846.199	67 m
WEA 3	Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW	131 m	415.833	5.845.974	70 m
WEA 4	Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW	131 m	415.718	5.845.576	70 m
WEA 5	Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW	131 m	416.114	5.845.455	70 m

Geografisch ist die in einem ausgedehnten Waldgebiet befindliche Standortfläche mit einer Höhe von ca. 65-70 m über NN dem nördlichen Bereich des Barnim zuzuordnen. Das Gelände in der unmittelbaren und weitläufigen Umgebung ist von ebenem Charakter mit einfacher Strukturierung. Die Besiedlungsstruktur in der weiträumigen Umgebung ist durch kleinere Ortsteile der Gemeinden Sydower Fließ (Grüntal), Melchow (Melchow u. Schönholz), Breydin (Tuchen-Klobbicke) und Heckelberg-Brunow (Gratze) gekennzeichnet, wobei sich ausschließlich der Ortsteil Grüntal (nordöstlicher Randbereich) im Einwirkungs- bzw. Beschattungsbereich der geplanten Windenergieanlagen befindet (schutzbedürftige Bauungen bzw. Immissionsorte, s. Kapitel 3.2).

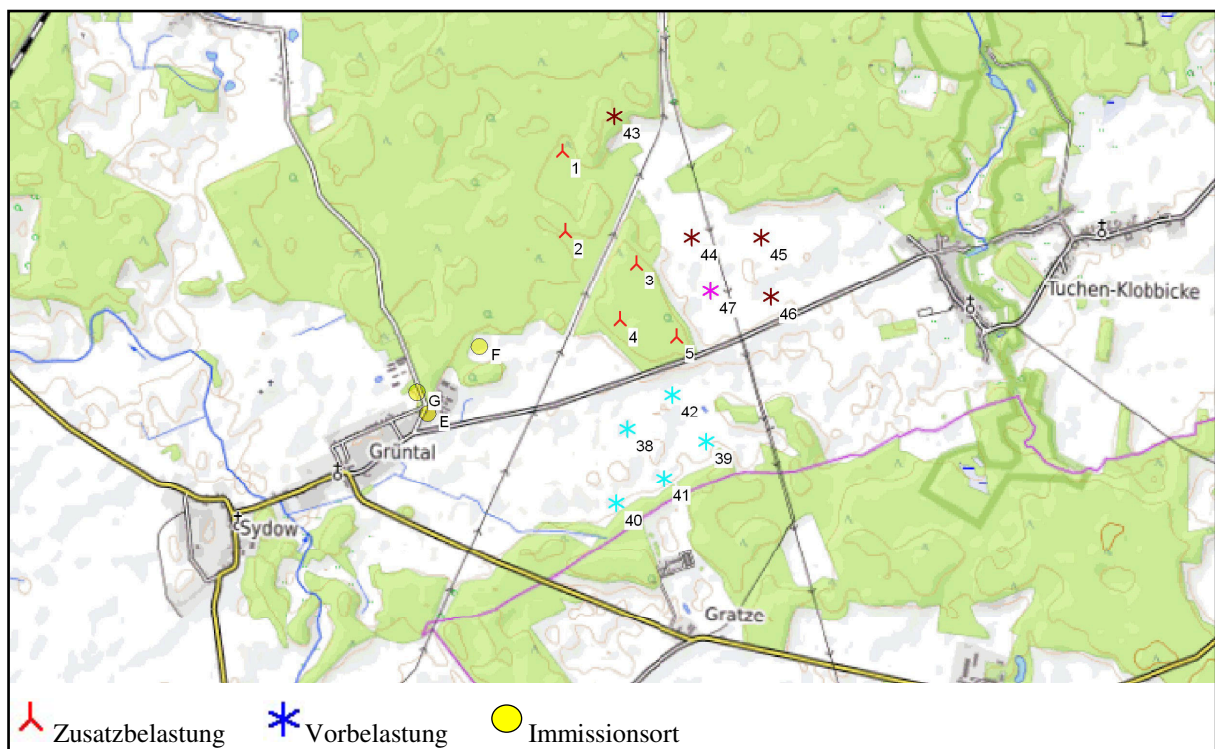
### 3.2 Immissionsorte

Maßgebliche Immissionsorte müssen sich innerhalb des Beschattungsbereichs der geplanten Windenergieanlagen befinden. Entsprechend des LAI /1/ handelt es sich dabei insbesondere um folgende schutzwürdigen Räume:

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

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6.00 – 22.00 Uhr gleichgestellt.

Im vorliegenden Fall befindet sich ausschließlich der Ortsteil Grüntal im Einwirkungsbereich der geplanten Windenergieanlagen (s. Schattenwurfkarte „Zusatzbelastung - worst case“ im Anhang), so dass hier unter Berücksichtigung einer von der zuständigen Genehmigungsbehörde (LfU Brandenburg – Referat T22) zur Verfügung gestellten Immissionsortliste die Immissionsorte IO E-G (s. Abbildung 2 u. Tabelle 3) als maßgeblich festgelegt wurden.



**Abbildung 2:** Übersichtskarte der am Standort „Grüntal Nord“ geplanten Windenergieanlagen (Zusatzbelastung: WEA 1-5) und Vorbelastung (Planung Windpark „Grüntal Süd“: WEA 38-42, Planung Windpark „Tuchen-Klobbicke“: WEA 43-47) sowie die Immissionsorte (IO E-G).

**Tabelle 3:** Untersuchte Immissionsorte (UTM-Koordinaten, Zone: 33, Datum: ETRS89).

IO	Ortsbezeichnung	Gebietszuordnung / Schutzbedürftigkeit	Rechtswert	Hochwert	Richtwert (worst / real)
E	Schönholzer Straße 6 (Grüntal)	Mischbaufläche	414.363	5.844.910	30 h/a, 30 min/d / 8 h/a
F	Schönholzer Straße 5 (Grüntal)	Außenbereich	414.728	5.845.386	30 h/a, 30 min/d / 8 h/a
G	Am Postweg 2 (Grüntal)	Mischbaufläche	414.290	5.845.063	30 h/a, 30 min/d / 8 h/a

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer

Die Simulation der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer (worst case) wurde für den maximalen Beschattungsbereich der untersuchten Windenergieanlagen durchgeführt. Dabei wurden Rasterkarten (Simulationssoftware WindPRO – Modul Shadow /13/) für die Umgebung der Windenergieanlagen mit einer räumlichen Auflösung von 10 m x 10 m erzeugt. Die prognostizierten täglichen und jährlichen Zusatz-, Vor- und Gesamtbelastungen an den Immissionsorten können den Tabellen 4a-c entnommen werden. Die grafischen Darstellungen für die Projektumgebung sind dem Anhang zu entnehmen.

**Tabelle 4a:** Zusatzbelastung – worst case.

IO	Ortsbezeichnung	Beschattungsdauer pro Jahr (h/a)	Beschattungsdauer pro Tag (min/d)	Richtwert (h/a / min/d)
E	Schönholzer Straße 6 (Grüntal)	15,4 (-14,6)*	23 (-7)*	30 / 30
F	Schönholzer Straße 5 (Grüntal)	<b>59,3 (+29,3)*</b>	<b>33 (+3)*</b>	30 / 30
G	Am Postweg 2 (Grüntal)	10,0 (-20,0)*	22 (-8)*	30 / 30

\* Abstand zum Richtwert („+“: Überschreitung/Abschaltzeit, „-“: Unterschreitung).

**Tabelle 4b:** Vorbelastung – worst case.

IO	Ortsbezeichnung	Beschattungsdauer pro Jahr (h/a)	Beschattungsdauer pro Tag (min/d)	Richtwert (h/a / min/d)
E	Schönholzer Straße 6 (Grüntal)	16,3 (-13,7)*	23 (-7)*	30 / 30
F	Schönholzer Straße 5 (Grüntal)	<b>70,0 (+40,0)*</b>	28 (-2)*	30 / 30
G	Am Postweg 2 (Grüntal)	13,9 (-16,1)*	22 (-8)*	30 / 30

\* Abstand zum Richtwert („+“: Überschreitung/Abschaltzeit, „-“: Unterschreitung).

**Tabelle 4c:** Gesamtbelastung – worst case.

IO	Ortsbezeichnung	Beschattungsdauer pro Jahr (h/a)	Beschattungsdauer pro Tag (min/d)	Richtwert (h/a / min/d)
E	Schönholzer Straße 6 (Grüntal)	31,7 (+1,7)*	23 (-7)*	30 / 30
F	Schönholzer Straße 5 (Grüntal)	114,7 (+84,7)*	42 (+12)*	30 / 30
G	Am Postweg 2 (Grüntal)	23,9 (-6,1)*	22 (-8)*	30 / 30

\* Abstand zum Richtwert („+“: Überschreitung/Abschaltzeit, „-“: Unterschreitung)

Aufgrund der Überschreitung der Richtwerte für die astronomisch maximal mögliche jährliche bzw. tägliche Schattenwurfdauer (30 h/a bzw. 30 min/d) an den Immissionsorten IO E und IO F ist davon auszugehen, dass ohne immissionsmindernde Maßnahmen eine nicht unerhebliche Belästigung durch den betriebsbedingten Schattenwurf im nordöstlichen Rand- bzw. Außenbereich von Grüntal auftreten würde. Zur Sicherstellung der Nichtüberschreitung der Richtwerte ist daher die Installation von Abschaltmodulen zu empfehlen, so dass abhängig von der Tages- und Jahreszeit sowie der aktuellen Sonneneinstrahlung die betreffenden Windenergieanlagen nach Vorgabe des Betreibers zeitweise abgeschaltet werden können. Hinsichtlich der Zusatzbelastung sind an den Richtwertüberschreitungen ausschließlich die Windenergieanlagen WEA 3-5 beteiligt (s. Schattenwurfkalender im Anhang). Die Windenergieanlagen WEA 1 und WEA 2 tragen nicht zur Überschreitung an den betreffenden Immissionsorten bei, so dass eine Auflage hinsichtlich eines Abschaltmoduls für diese Windenergieanlagen nicht erteilt werden muss (s. Kapitel „Zusammenfassung und Bewertung“).

## 4.2 Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer

Zur Prognose der meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer (real case) wurden die standortspezifischen Witterungsverhältnisse (Windverteilung u. die zu erwartende Sonnenscheindauer am Standort, vgl. Kapitel 2.1) berücksichtigt. Die Simulationen wurden dabei für den maximalen Beschattungsbereich der Windenergieanlagen durchgeführt, wobei Rasterkarten (Simulationssoftware WindPRO – Modul Shadow /13/) mit einer räumlichen Auflösung von 10 m x 10 m erzeugt wurden. Die aus den Simulationen resultierenden jährlichen Zusatz-, Vor- und Gesambelastungen durch Schattenwurf im meteorologisch wahrscheinlichen Fall (real case) sind in den Tabellen 5a-c dargestellt. Die grafischen Darstellungen für die Projektumgebung sind dem Anhang zu entnehmen.

**Tabelle 5a:** Zusatzbelastung – real case.

IO	Ortsbezeichnung	Beschattungsdauer pro Jahr (h/a)	Richtwert (h/a)
E	Schönholzer Straße 6 (Grüntal)	4,7 (- 3,3)*	8
F	Schönholzer Straße 5 (Grüntal)	<b>18,0 (+10,0)*</b>	8
G	Am Postweg 2 (Grüntal)	3,1 (- 4,9)*	8

\* Abstand zum Richtwert („+“: Überschreitung/Abschaltzeit, „-“: Unterschreitung).

**Tabelle 5b:** Vorbelastung – real case.

IO	Ortsbezeichnung	Beschattungsdauer pro Jahr (h/a)	Richtwert (h/a)
E	Schönholzer Straße 6 (Grüntal)	3,6 (-4,4)*	8
F	Schönholzer Straße 5 (Grüntal)	<b>13,4 (+5,4)*</b>	8
G	Am Postweg 2 (Grüntal)	3,0 (- 5,0)*	8

\* Abstand zum Richtwert („+“: Überschreitung/Abschaltzeit, „-“: Unterschreitung).

**Tabelle 5c:** Gesamtbelastung – real case.

IO	Ortsbezeichnung	Beschattungs- dauer pro Jahr (h/a)	Richtwert (h/a)
E	Schönholzer Straße 6 (Grüntal)	<b>8,3 (+0,3)*</b>	8
F	Schönholzer Straße 5 (Grüntal)	<b>26,8 (+18,8)*</b>	8
G	Am Postweg 2 (Grüntal)	6,1 (- 1,9)*	8

\* Abstand zum Richtwert („+“: Überschreitung/Abschaltzeit, „-“: Unterschreitung).

Auch unter Berücksichtigung realer Witterungsbedingungen (real case) ist an den Immissionsorten IO E und IO F von einer erhöhten Beeinträchtigung durch periodischen Schattenwurf auszugehen. Zur Sicherstellung der Nichtüberschreitung des Richtwerts ist auch nach diesen Ergebnissen die Installation von Abschaltmodulen für die Windenergieanlagen WEA 3-5 zu empfehlen (vgl. Kapitel 4.1).



## 5 Literaturverzeichnis

- /1/ Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) - verabschiedet auf der Sitzung des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) vom 06.-08.05.2002.
- /2/ German Brandenburg Elevation Model, Resolution: 20 m (DGM 20) in windPRO. [http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=German\\_Brandenburg\\_Elevation\\_Model](http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=German_Brandenburg_Elevation_Model). Source: EMD/windPRO elevation model. Based on data from Geobroker Brandenburg / © Geobasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0, 2020. Datenlizenz Deutschland – Namenskennung – Version 2.0. <https://geobasis-bb.de/lgb/de/geodaten/open-data/>
- /3/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432).
- /4/ DIN 5034-2: Tageslicht in Innenräumen – Grundlagen, Beuth-Verlag, Berlin 1985.
- /5/ VDI 3789 Blatt2 – 10 / 94: Umweltmeteorologie – Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Oberflächen, Berechnung der kurz- und langwelligen Strahlung, VDI, Düsseldorf 1994.
- /6/ H.D. Freund: Systematik des Schattenwurfs von Windenergieanlagen. Forschungsbericht zur Umwelttechnik. Fachhochschule Kiel – Fachbereich für Informatik und Elektrotechnik, Dezember 2000.
- /7/ J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlage, Feldstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 31.07.1999.
- /8/ J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 15.05.2000.
- /9/ H.D. Freund: Effektive Einwirkzeit  $T_w$  des Schattenwurfs bei  $T_{max} = 30$  h/Jahr, Ausarbeitung Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel, (24.01.2001).
- /10/ Sebecker, J., Deutschländer, T., Wichura, B., Behrens, U.: Wind und Windenergiepotentiale in Deutschland. Winddaten für Windenergienutzer. 2. Auflage, Version 6, Deutscher Wetterdienst (DWD), Potsdam, 2012.

- /11/ Meteonorm 7.1.8: Global Meteorological Database Version 7. Software and Data for Engineers, Planers and Education. Meteotest, Bern, Switzerland. Release: 02-08-2016. <http://meteonorm.com>
- /12/ Amtliche Topografische Karte 1:25.000 der Landesvermessungsämter. Brandenburg Berlin: ISBN-3: 935603-78-9.
- /13/ WindPRO – Module shadow (vers. 2.7). EMD International A/S, Aalborg, Denmark. <http://www.emd.dk/windpro/windpro-modules/environment-modules/shadow/>
- /14/ Leitlinie des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen. WEA-Schattenwurf-Leitlinie vom 24.03.2003, zuletzt geändert durch Erlass vom 28.02.2015.
- /15/ OpenTopoMap: Topografische Karten aus OpenStreetMap. Datenstand 30.05.2019, [www.opentopomap.org](http://www.opentopomap.org)

## Anhang

- Lage-/Bebauungsplan
- Liste der Vorbelastungsanlagen
- Übersicht Immissionsorte
- Zusatzbelastung - worst case (Schattenwurfkarte, Hauptergebnisse WindPRO – Shadow)
- Vorbelastung - worst case (Schattenwurfkarte, Hauptergebnis WindPRO – Shadow)
- Gesamtbelastung - worst case (Schattenwurfkarte, Hauptergebnis WindPRO – Shadow, immissionsortspezifischer Schattenwurfkalender)
- Zusatzbelastung - real case (Schattenwurfkarte, Hauptergebnisse WindPRO – Shadow)
- Vorbelastung - real case (Schattenwurfkarte, Hauptergebnis WindPRO – Shadow)
- Gesamtbelastung - real case (Schattenwurfkarten, Hauptergebnisse WindPRO – Shadow)

# Lage-/Bebauungsplan



## Liste der Vorbelastungsanlagen

Potentielle Vorbelastungsanlagen im Bereich des Landkreises Barnim (nach Angaben des LfU Brandenburg – Referat T22)

Vorbelastung WKA - Windeignungsgebiet Trampe (Breydin)																							
WEA-Prognose	Lfd. Nr.	BST-Nr.	Anl.-Nr.	WKA-Bez.	Typ	L <sub>WA, max</sub> [dB(A)]	Status	Gen.-Nr.	Naben-Höhe [m]	RotorØ [m]	Leistung [MW]	Rechtswert [ETRS 89]	Hochwert [ETRS 89]	ΔAnlage L <sub>WA</sub>	Oktavspektrum [Hz]							Bem.	
															63	125	250	500	1000	2000	4000		8000
6	1	20603350000	0001	WKA 1	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	420,514	5,846,144	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
7	2	20603350000	0002	WKA 2	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	420,541	5,845,863	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
8	3	20603350000	0003	WKA 3	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	420,892	5,846,049	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
9	4	20603350000	0004	WKA 4	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	421,843	5,846,324	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
10	5	20603350000	0005	WKA 5	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	422,001	5,846,266	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
11	6	20603350000	0006	WKA 6	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	422,079	5,845,929	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
12	7	20603350000	0007	WKA 7	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	422,497	5,846,388	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
13	8	20603350000	0008	WKA 8	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G03003	85	77	1,5	422,837	5,846,238	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
14	9	20603350000	0009	WKA 9	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G02715	85	77	1,5	422,771	5,846,886	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
15	10	20603350000	0010	WKA 10	Repower MD77	103,3	in Betrieb	G02715	85	77	1,5	422,896	5,846,555	0,58	87,5	94,8	96,7	97,5	99,2	93,1	90,3	84,4	3-fach Verm.
16	11	20605090000	0001	WEA 01	Senvion 3.6M140	99-1	vor Inbetrieb.	G05317	160	140	3,6	419,430	5,845,110	0	79,2	87,1	93,2	93,6	91,8	90,6	85,1	73,3	Sarantewert
35	12	20605250000	0001	WEA 1	Nordex N149 Delta 4000	99,0	im Oen.verf.	G11018	184	149,1	4,5	419,695	5,844,844	1,3									
36	13	20605250000	0002	WEA 2	Nordex N149 Delta 4000	99,0	im Oen.verf.	G11018	184	149,1	4,5	419,010	5,845,308	1,3									
37	14	20605270000	0001	WKA 3	Nordex N149 Delta 4000	98	im Oen.verf.	G11018	164	149,1	4,5	420,451	5,845,358	1,3									

Potentielle Vorbelastungsanlagen im Bereich des Landkreises Märkisch-Oderland (nach Angaben des LfU Brandenburg – Referat T23)

### Vorbelastung Heckelberg-Brunow (WEG 13) und Kruge-Gersdorf (WEG 18)

WEA-/Nr.-Prognose	Anl.-Nr.	Genehm.-Nr.	Ost	Nord	Anlagentyp	NH	RD	σ <sub>LWA</sub>	L <sub>WA</sub>
17	WKA 1	G05803	3420348	5845005	R70487 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
18	WKA 2	G05803	3420879	5845287	R70501 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
19	WKA 3	G05803	3421511	5845604	R70502 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
20	WKA 4	G05803	3422022	5845515	R70508 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
21	WKA 5	G05803	3422417	5845540	R70507 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
22	WKA 6	G05803	3422652	5845877	R70503 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
23	WKA 7	G02305	3422706	5845435	R70504 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
24	WKA 8	G05803	3422760	5844970	R70509 REpower MD 77	85	77	0,58	103,3
25	WKA 9	G07106	3423056	5844771	V25670 Vestas V80	78	80	0,69	101,6
26	WKA 10	G07106	3422982	5844307	V25672 Vestas V80	78	80	0,74	102,3
27	WKA 11	G07106	3423355	5844253	V75673 Vestas V80	78	80	0,74	102,3
28	WKA 12	G07106	3423418	5844604	V25671 Vestas V80	78	80	0,69	101,6
29	WKA 13	G06007	3423776	5844462	WKA 1 821972 Enercon E-82	78	82	1,84	104,0
30	WKA 14	G06007	3423632	5844159	WKA 2 821973 Enercon E-82	78	82	1,84	104,0
31	WKA 15	Tacke	3422448	5844354	GE6112028 Tacke TW 600	60	43	0,63	101,8
32	WKA 16	G02216	3420308	5844199	Senvion 3.4M140	130+1,5	140	1,84	104,0
33	WKA 17	G04617	3420513	5844620	Senvion 3.6M140	132+1,5	140	1,84	98,0
34	WKA 18	G06417	3420700	5844910	eno126-4.0 MW	137	126	1,3	101,0

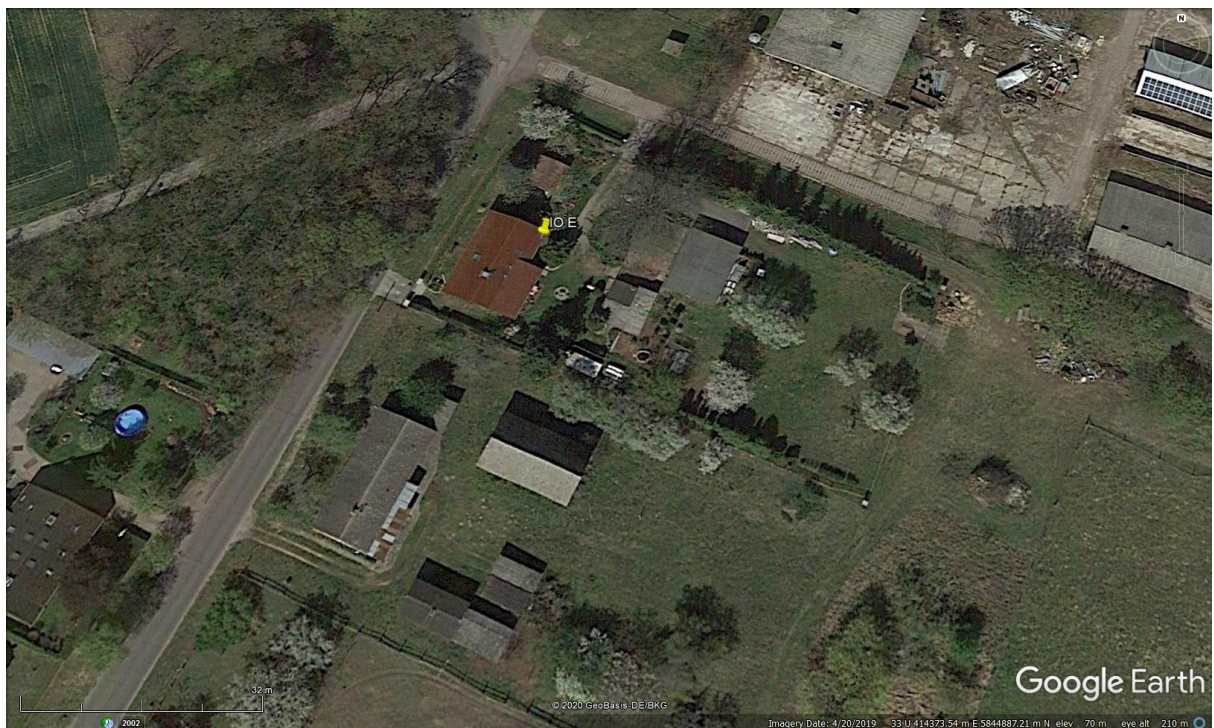
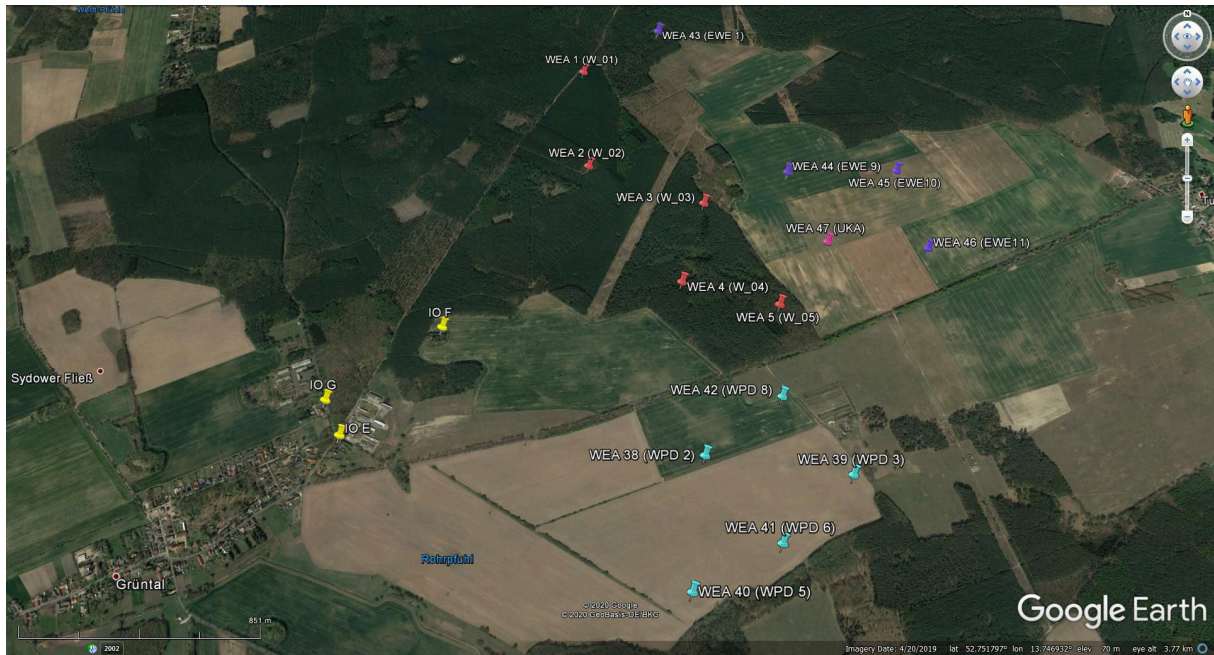
#### WKA in Verfahren

Vorbelastungsanlagen in Trampe/Breydin liegen im Zuständigkeitsbereich von T22, bitte im Referat T22 erfragen.

Als Vorbelastung berücksichtigte Fremdplanungen (nach Angaben des Auftraggebers)

ETRS89 UTM33					
WEA-Prognose	Bezeichnung	Nr	x	y	Variante 3 (200m)
38	WPD 2	10	415766	5844799	E 138 EP3 E2/4,2 131m
39	WPD 3	11	416321	5844711	E 138 EP3 E2/4,2 131m
40	WPD 5	12	415688	5844276	E 138 EP3 E2/4,2 131m
41	WPD 6	13	416027	5844449	E 138 EP3 E2/4,2 131m
42	WPD 8	14	416085	5845044	E 138 EP3 E2/4,2 131m
43	EWE 1	6	415675	5847019	E 138 EP3 E2/4,2 131m
44	EWE 9	7	416220	5846157	E 138 EP3 E2/4,2 131m
45	EWE 10	8	416709	5846157	E 138 EP3 E2/4,2 131m
46	EWE 11	9	416778	5845735	E 138 EP3 E2/4,2 131m
47	UKA	15	416353	5845777	E 138 EP3 E2/4,2 131m

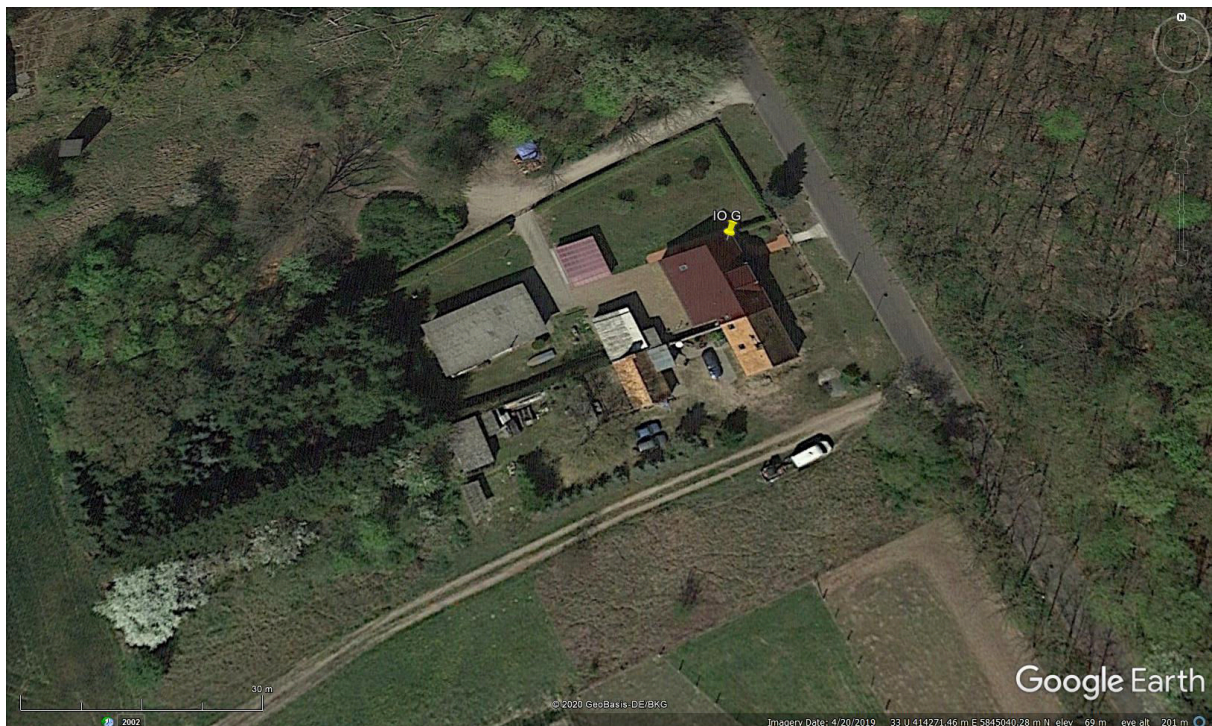
## Übersicht Immissionsorte



**IO E**



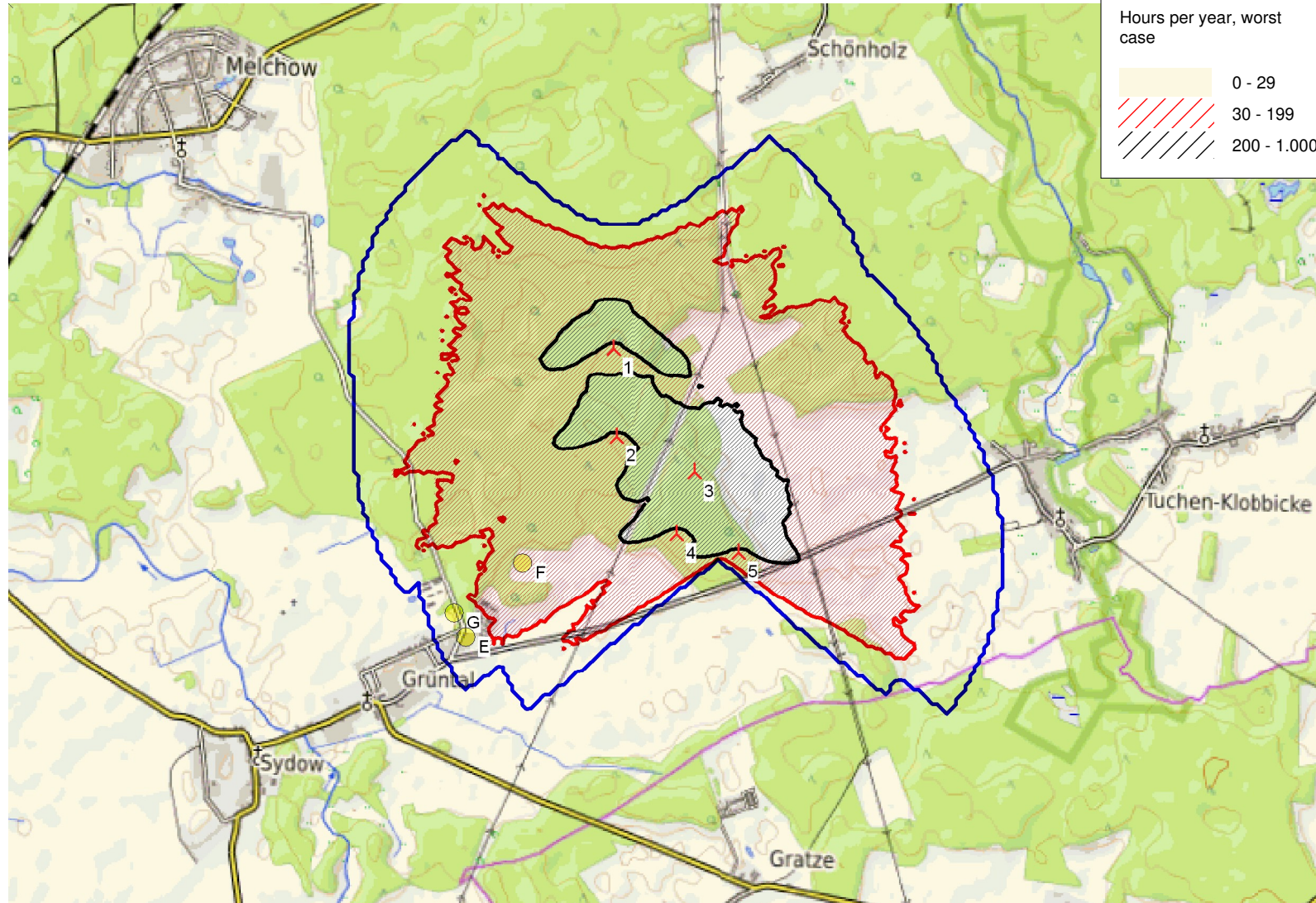
**IO F**



**IO G**



WindPRO version 2.7.490 Sep 2011



▲ New WTG  
● Shadow receptor  
 0   
  30   
  200

Map: , Print scale 1:40.000, Map center ETRS 89 Zone: 33 East: 415.657 North: 5.846.102

Isolines showing shadow in Hours per year, worst case

Hours per year, worst case

	0 - 29
	30 - 199
	200 - 1.000

Project: **Grüntal Nord**

Description:  
 Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
 Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:  
 NWind GmbH  
 Haltenhoffstr. 50 A  
 D-30167 Hannover

**SHADOW - Map**  
**Calculation:**  
 Zusatzbelastung (worst case)

Printed/Page  
 26.05.2020 10:20 / 1

Licensed user:  
**MeteoServ GbR**  
 Spessarttring 7  
 DE-61194 Niddatal  
 +49 6034 90 230 10  
 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de  
 Calculated:  
 26.05.2020 10:16/2.7.490

Project: **Grüntal Nord**  
 Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
 Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:  
 NWind GmbH  
 Haltenhoffstr. 50 A  
 D-30167 Hannover

Printed/Page  
 26.05.2020 10:16 / 1

Licensed user:  
**MeteoServ GbR**  
 Spessartring 7  
 DE-61194 Niddatal  
 +49 6034 90 230 10  
 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de  
 Calculated:  
 26.05.2020 10:16/2.7.490

## SHADOW - Main Result

**Calculation:** Zusatzbelastung (worst case)

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
 Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
 Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
 Day step for calculation 1 days  
 Time step for calculation 1 minutes

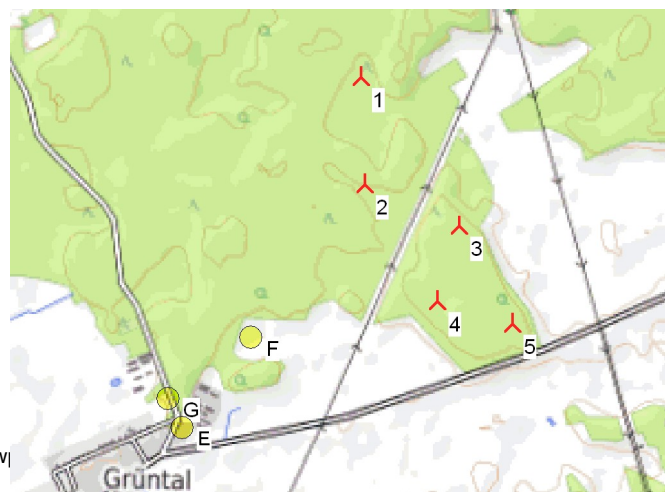
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values.

A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.wj  
 Obstacles used in calculation  
 Eye height: 1,5 m  
 Grid resolution: 10 m



▲ New WTG

● Shadow receptor

### WTGs

ETRS 89 Zone: 33	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
ETRS 89 Zone: 33			[m]									
1	415.312	5.846.766	65,0	WEA 1 (W_01)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
2	415.333	5.846.199	66,6	WEA 2 (W_02)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
3	415.833	5.845.974	70,0	WEA 3 (W_03)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
4	415.718	5.845.576	70,0	WEA 4 (W_04)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
5	416.114	5.845.455	70,0	WEA 5 (W_05)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1

### Shadow receptor-Input

No.	Name	ETRS 89 Zone: 33			Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z						
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	414.363	5.844.910	68,4	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	414.728	5.845.386	70,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	414.290	5.845.063	68,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

### Calculation Results

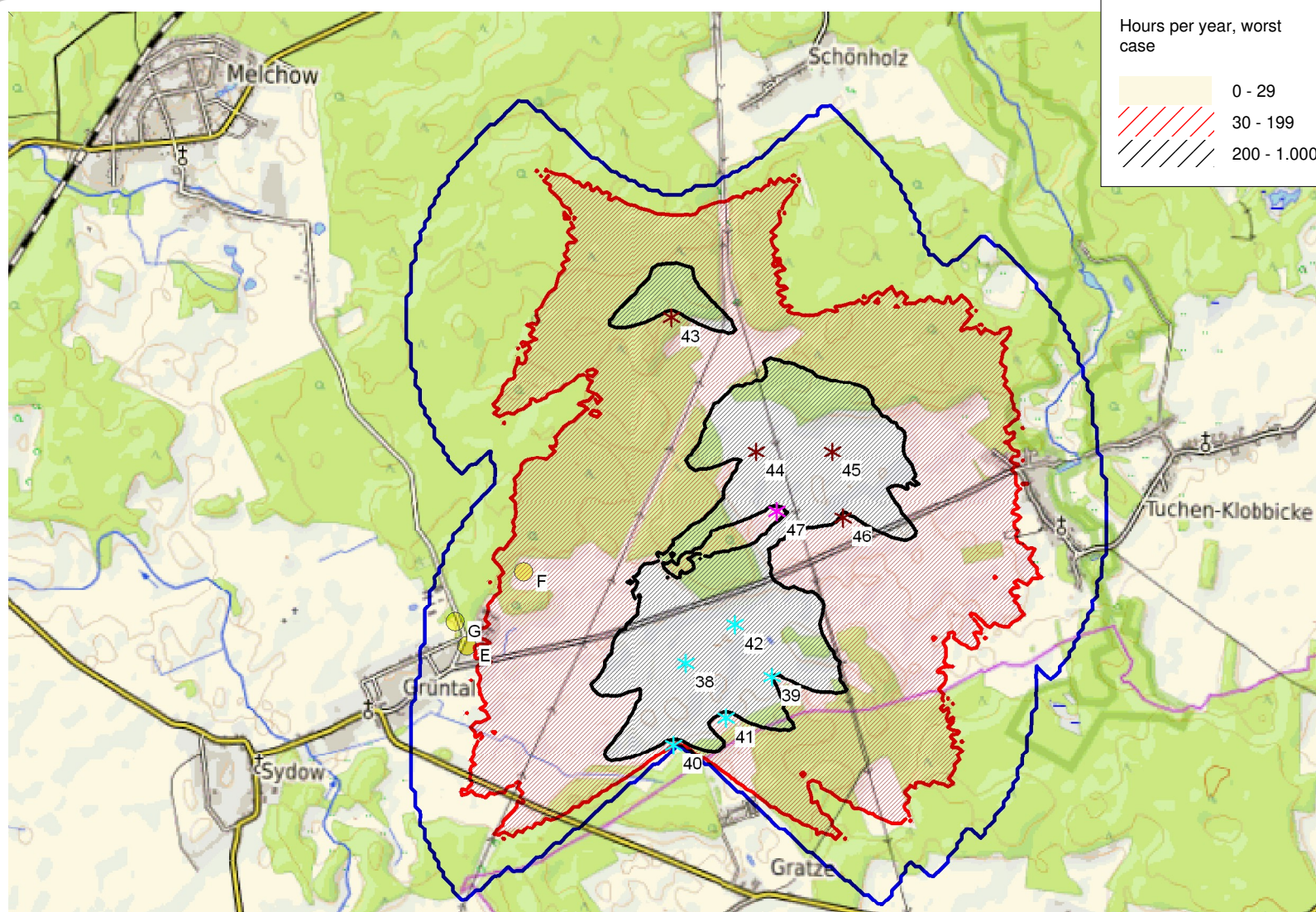
Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	15:26	57	0:23
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	59:20	153	0:33
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	10:02	38	0:22

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	WEA 1 (W_01)	0:00	
2	WEA 2 (W_02)	0:00	
3	WEA 3 (W_03)	30:00	
4	WEA 4 (W_04)	45:57	
5	WEA 5 (W_05)	8:50	

WindPRO version 2.7.490 Sep 2011



Hours per year, worst case

(Yellow)	0 - 29
(Red hatched)	30 - 199
(Black hatched)	200 - 1.000

Project:  
**Grüntal Nord**

Description:  
 Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
 Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:  
 NWind GmbH  
 Haltenhoffstr. 50 A  
 D-30167 Hannover

**SHADOW - Map**  
 Calculation:  
 Vorbelastung (worst case)

Printed/Page  
 26.05.2020 10:32 / 1

Licensed user:  
**MeteoServ GbR**  
 Spessartring 7  
 DE-61194 Niddatal  
 +49 6034 90 230 10  
 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de  
 Calculated:  
 26.05.2020 10:31/2.7.490

0 500 1000 1500 2000 m  
 Map: , Print scale 1:40.000, Map center ETRS 89 Zone: 33 East: 415.650 North: 5.846.100  
 \* Existing WTG      ● Shadow receptor  
 ■ 0      ■ 30      ■ 200  
 Isolines showing shadow in Hours per year, worst case

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page 26.05.2020 10:31 / 1
Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover		Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:31/2.7.490

### SHADOW - Main Result

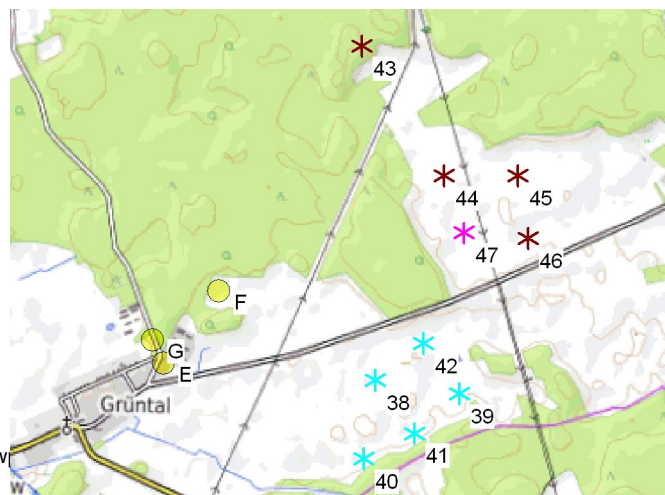
Calculation: Vorbelastung (worst case)

#### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes  
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:  
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
The WTG is always operating

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.w  
Obstacles used in calculation  
Eye height: 1,5 m  
Grid resolution: 10 m



\* Existing WTG      ● Shadow receptor

#### WTGs

ETRS 89 Zone: 33				WTG type				Shadow data			
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
ETRS 89 Zone: 33			[m]								
38	415.766	5.844.799	70,0 WEA 38 (WPD 2)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
39	416.321	5.844.711	70,0 WEA 39 (WPD 3)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
40	415.688	5.844.276	70,0 WEA 40 (WPD 5)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
41	416.027	5.844.449	70,0 WEA 41 (WPD 6)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
42	416.085	5.845.044	70,0 WEA 42 (WPD 8)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
43	415.675	5.847.019	65,0 WEA 43 (EWE 1)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
44	416.220	5.846.157	70,0 WEA 44 (EWE 9)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
45	416.709	5.846.157	69,3 WEA 45 (EWE 10)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
46	416.778	5.845.735	70,0 WEA 46 (EWE 11)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
47	416.353	5.845.777	70,0 WEA 47 (UKA)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1

#### Shadow receptor-Input

No.	Name	ETRS 89 Zone: 33			Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z						
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	414.363	5.844.910	68,4	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	414.728	5.845.386	70,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	414.290	5.845.063	68,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

#### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	16:17	59	0:23
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	70:02	238	0:28
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	13:54	56	0:22

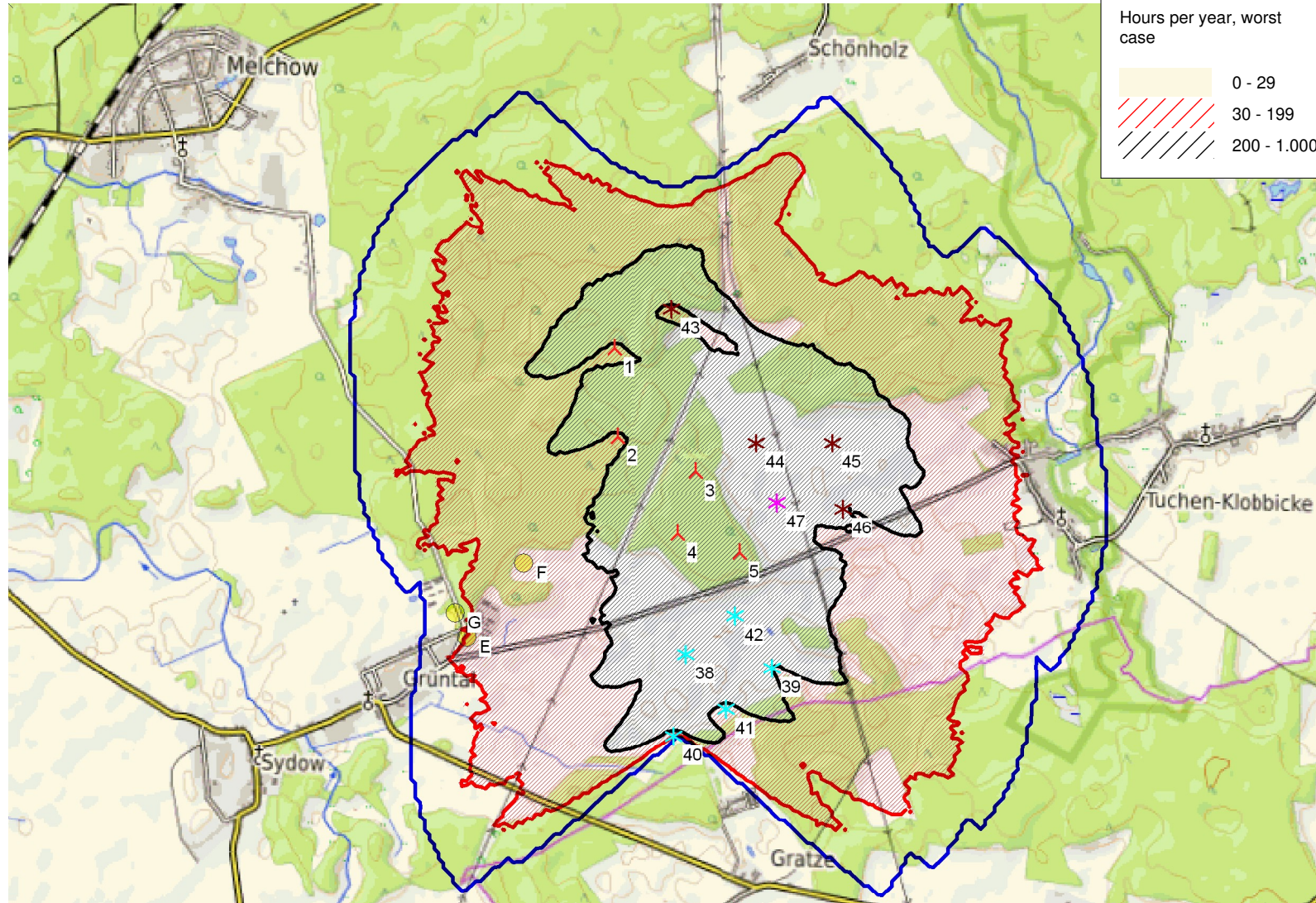
Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m  Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Printed/Page 26.05.2020 10:31 / 2  Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:31/2.7.490
---------------------------------	---	---

**SHADOW - Main Result****Calculation: Vorbelastung (worst case)**

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
38	WEA 38 (WPD 2)	28:45	
39	WEA 39 (WPD 3)	0:00	
40	WEA 40 (WPD 5)	35:48	
41	WEA 41 (WPD 6)	7:53	
42	WEA 42 (WPD 8)	8:12	
43	WEA 43 (EWE 1)	0:00	
44	WEA 44 (EWE 9)	12:00	
45	WEA 45 (EWE 10)	0:00	
46	WEA 46 (EWE 11)	0:00	
47	WEA 47 (UKA)	6:19	

WindPRO version 2.7.490 Sep 2011



Hours per year, worst case

(Light yellow)	0 - 29
(Red diagonal lines)	30 - 199
(Black diagonal lines)	200 - 1.000

Project:  
**Grüntal Nord**

Description:  
 Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
 Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:  
 NWind GmbH  
 Haltenhoffstr. 50 A  
 D-30167 Hannover

**SHADOW - Map**  
**Calculation:**  
 Gesamtbelastung (worst case)

Printed/Page  
 26.05.2020 10:40 / 1

Licensed user:  
**MeteoServ GbR**  
 Spessartring 7  
 DE-61194 Niddatal  
 +49 6034 90 230 10  
 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de  
 Calculated:  
 26.05.2020 10:38/2.7.490

Map: , Print scale 1:40.000, Map center ETRS 89 Zone: 33 East: 415.650 North: 5.846.100

▲ New WTG      ★ Existing WTG      ● Shadow receptor  
 Isolines showing shadow in Hours per year, worst case

0       30       200

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page 26.05.2020 10:38 / 1
Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover		Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490

### SHADOW - Main Result

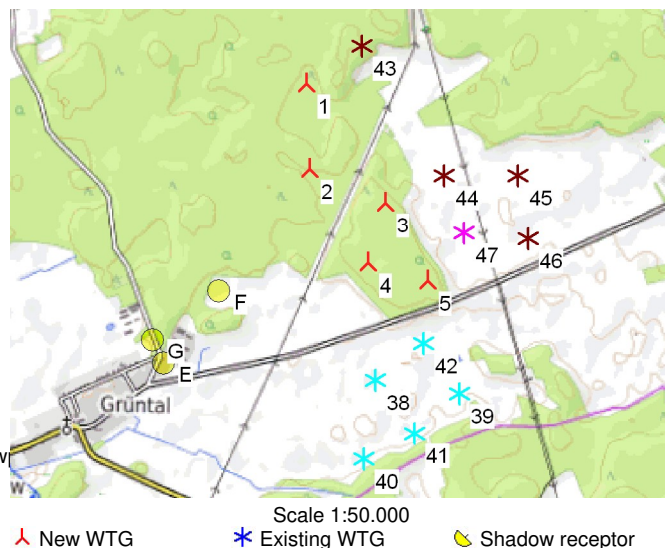
Calculation: Gesamtbelastung (worst case)

#### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes  
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:  
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
The WTG is always operating

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.w  
Obstacles used in calculation  
Eye height: 1,5 m  
Grid resolution: 10 m



#### WTGs

ETRS 89 Zone: 33	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
ETRS 89 Zone: 33			[m]									
1	415.312	5.846.766	65,0	WEA 1 (W_01)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
2	415.333	5.846.199	66,6	WEA 2 (W_02)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
3	415.833	5.845.974	70,0	WEA 3 (W_03)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
4	415.718	5.845.576	70,0	WEA 4 (W_04)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
5	416.114	5.845.455	70,0	WEA 5 (W_05)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
38	415.766	5.844.799	70,0	WEA 38 (WPD 2)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
39	416.321	5.844.711	70,0	WEA 39 (WPD 3)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
40	415.688	5.844.276	70,0	WEA 40 (WPD 5)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
41	416.027	5.844.449	70,0	WEA 41 (WPD 6)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
42	416.085	5.845.044	70,0	WEA 42 (WPD 8)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
43	415.675	5.847.019	65,0	WEA 43 (EWE 1)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
44	416.220	5.846.157	70,0	WEA 44 (EWE 9)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
45	416.709	5.846.157	69,3	WEA 45 (EWE 10)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
46	416.778	5.845.735	70,0	WEA 46 (EWE 11)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
47	416.353	5.845.777	70,0	WEA 47 (UKA)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1

#### Shadow receptor-Input

No.	Name	ETRS 89 Zone: 33			Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z						
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	414.363	5.844.910	68,4	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	414.728	5.845.386	70,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	414.290	5.845.063	68,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

#### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	31:43	116	0:23
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	114:43	317	0:42

To be continued on next page...

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m  Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Printed/Page 26.05.2020 10:38 / 2  Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490
---------------------------------	---	---

**SHADOW - Main Result****Calculation: Gesamtbelastung (worst case)**

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case		
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
G	IO G - Am Postweg 2 - Grüntal	23:56	94	0:22

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	WEA 1 (W_01)	0:00	
2	WEA 2 (W_02)	0:00	
3	WEA 3 (W_03)	30:00	
4	WEA 4 (W_04)	45:57	
5	WEA 5 (W_05)	8:50	
38	WEA 38 (WPD 2)	28:45	
39	WEA 39 (WPD 3)	0:00	
40	WEA 40 (WPD 5)	35:48	
41	WEA 41 (WPD 6)	7:53	
42	WEA 42 (WPD 8)	8:12	
43	WEA 43 (EWE 1)	0:00	
44	WEA 44 (EWE 9)	12:00	
45	WEA 45 (EWE 10)	0:00	
46	WEA 46 (EWE 11)	0:00	
47	WEA 47 (UKA)	6:19	



Project:

**Grüntal Nord**

Description:

Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:

NWind GmbH  
Haltenhoffstr. 50 A  
D-30167 Hannover

Printed/Page

26.05.2020 10:39 / 1

Licensed user:

**MeteoServ GbR**

Spessartring 7  
DE-61194 Niddatal  
+49 6034 90 230 10

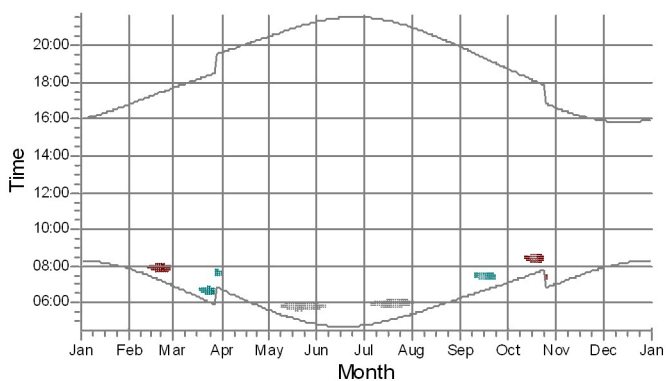
MeteoServ GbR / info@meteoserv.de

Calculated:

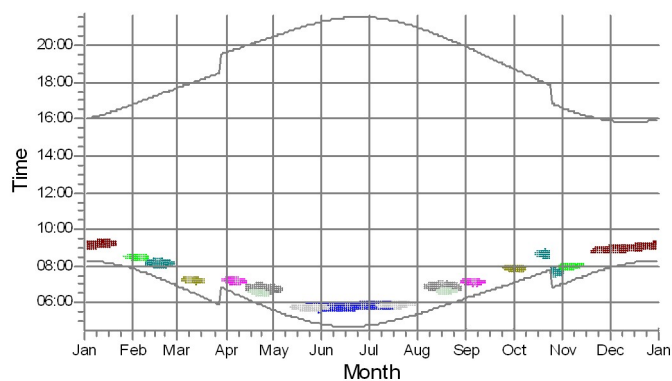
26.05.2020 10:38/2.7.490

**SHADOW - Calendar, graphical****Calculation:** Gesamtbelastung (worst case)

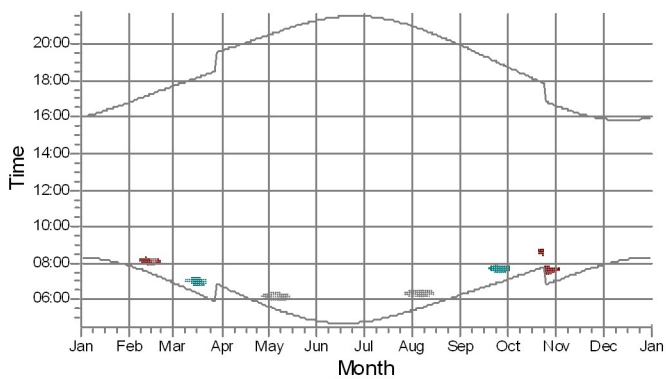
E: IO E - Schönholzer Str. 6 - Grüntal



F: IO F Schönholzer Str. 5 - Grüntal



G: IO G - Am Postweg 2 - Grüntal



## WTGs



3: WEA 3 (W\_03)



38: WEA 38 (WPD 2)



42: WEA 42 (WPD 8)



4: WEA 4 (W\_04)



40: WEA 40 (WPD 5)



44: WEA 44 (EWE 9)



5: WEA 5 (W\_05)



41: WEA 41 (WPD 6)



47: WEA 47 (UKA)

<p>Project: <b>Grüntal Nord</b></p>	<p>Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m</p> <p>Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover</p>	<p>Printed/Page 26.05.2020 10:39 / 1</p> <p>Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490</p>
---	--	--

**SHADOW - Calendar**

**Calculation:** Gesamtbelastung (worst case) **Shadow receptor:** E - IO E - Schönholzer Str. 6 - Grüntal

**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence 2.000 m  
 Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
 Day step for calculation 1 days  
 Time step for calculation 1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June
1	08:18 16:00	07:50 16:49	06:55 17:43	06:42 19:39	07:27 (38) 07:39 (38)	05:35 20:31
2	08:18 16:01	07:48 16:51	06:52 17:45	06:40 19:40	07:32 (38) 07:34 (38)	05:33 20:33
3	08:18 16:02	07:46 16:53	06:50 17:46	06:37 19:42	05:31 20:35	04:48 21:21
4	08:17 16:04	07:45 16:55	06:48 17:48	06:35 19:44	05:29 20:37	04:47 21:22
5	08:17 16:05	07:43 16:57	06:45 17:50	06:33 19:46	05:28 20:38	04:46 21:23
6	08:17 16:06	07:41 16:59	06:43 17:52	06:30 19:47	05:26 20:40	04:44 21:24
7	08:16 16:07	07:39 17:01	06:41 17:54	06:28 19:49	05:24 20:42	04:44 21:25
8	08:16 16:09	07:38 17:03	06:39 17:56	06:26 19:51	05:22 20:43	04:43 21:26
9	08:15 16:10	07:36 17:05	06:36 17:57	06:23 19:53	05:20 20:45	04:43 21:27
10	08:15 16:11	07:34 17:07	06:34 17:59	06:21 19:55	05:18 20:47	04:42 21:28
11	08:14 16:13	07:32 17:09	06:32 18:01	06:19 19:56	05:17 20:48	04:42 21:29
12	08:13 16:14	07:30 17:10	06:29 18:03	06:16 19:58	05:15 20:50	04:41 21:29
13	08:13 16:16	07:28 17:12	06:27 18:05	06:14 20:00	05:13 20:52	04:41 21:30
14	08:12 16:18	07:26 17:14	06:25 18:07	06:12 20:02	05:12 20:53	04:41 21:31
15	08:11 16:19	07:24 17:16	06:22 18:08	06:10 20:03	05:10 20:55	04:41 21:31
16	08:10 16:21	07:22 17:18	06:20 18:10	06:07 20:05	05:08 20:57	04:41 21:32
17	08:09 16:22	07:20 17:20	06:18 18:12	06:05 20:07	05:07 20:58	04:40 21:32
18	08:08 16:24	07:18 17:22	06:15 18:14	06:03 20:09	05:05 21:00	04:40 21:33
19	08:07 16:26	07:16 17:24	06:13 18:16	06:01 20:10	05:04 21:01	04:40 21:33
20	08:06 16:27	07:14 17:26	06:10 18:17	05:58 20:12	05:02 21:03	04:41 21:33
21	08:05 16:29	07:12 17:28	06:08 18:19	05:56 20:14	05:01 21:04	04:41 21:34
22	08:04 16:31	07:10 17:30	06:06 18:21	05:54 20:16	05:00 21:06	04:41 21:34
23	08:02 16:33	07:08 17:31	06:03 18:23	05:52 20:17	04:58 21:07	04:41 21:34
24	08:01 16:35	07:06 17:33	06:01 18:24	05:50 20:19	04:57 21:09	04:41 21:34
25	08:00 16:36	07:03 17:35	05:59 18:26	05:48 20:21	04:56 21:10	04:42 21:34
26	07:59 16:38	07:01 17:37	05:56 18:28	05:46 20:23	04:55 21:11	04:42 21:34
27	07:57 16:40	06:59 17:39	05:54 18:30	05:44 20:24	04:53 21:13	04:43 21:34
28	07:56 16:42	06:57 17:41	05:51 18:32	05:41 20:26	04:52 21:14	04:43 21:34
29	07:54 16:44		05:49 19:33	05:39 20:28	04:51 21:15	04:44 21:34
30	07:53 16:46		05:47 19:35	05:37 20:30	04:50 21:17	04:44 21:34
31	07:51 16:47		05:44 19:37	05:34 20:32	04:49 21:18	04:44 21:34
Potential sun hours	255	276	367	418	489	503
Total, worst case		241	232	14	390	72

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)
	Sun set (hh:mm)		Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker last time)

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page: 26.05.2020 10:39 / 2
Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover		Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490

**SHADOW - Calendar**

**Calculation:** Gesamtbelastung (worst case) **Shadow receptor:** E - IO E - Schönholzer Str. 6 - Grüntal

**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence 2.000 m  
 Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
 Day step for calculation 1 days  
 Time step for calculation 1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

	July	August	September	October	November	December
1	04:45	05:23	05:52 (4) 06:14	07:05	07:01	07:54
	21:33	21:00	8 06:00 (4) 19:56	18:45	16:37	15:55
2	04:46	05:24	05:54 (4) 06:16	07:07	07:03	07:55
	21:33	20:58	5 05:59 (4) 19:54	18:43	16:35	15:54
3	04:46	05:26	06:18	07:09	07:05	07:56
	21:33	20:57	19:52	18:40	16:33	15:53
4	04:47	05:28	06:19	07:10	07:06	07:58
	21:32	20:55	19:49	18:38	16:31	15:53
5	04:48	05:29	06:21	07:12	07:08	07:59
	21:32	20:53	19:47	18:35	16:29	15:52
6	04:49	05:31	06:23	07:14	07:10	08:01
	21:31	5 05:54 (4) 20:51	19:45	18:33	16:28	15:52
7	04:50	05:48 (4) 05:32	06:25	07:16	07:12	08:02
	21:30	8 05:56 (4) 20:49	19:42	18:31	16:26	15:51
8	04:51	05:47 (4) 05:34	06:26	07:17	07:14	08:03
	21:30	10 05:57 (4) 20:47	19:40	18:28	16:24	15:51
9	04:52	05:46 (4) 05:36	06:28	07:19	07:16	08:04
	21:29	12 05:58 (4) 20:46	19:37	18:26	16:22	15:51
10	04:53	05:46 (4) 05:37	06:30	07:21	07:18	08:05
	21:28	13 05:59 (4) 20:44	19:35	18:24	16:21	15:50
11	04:54	05:45 (4) 05:39	06:31	07:20 (38) 07:23	07:19	08:07
	21:27	15 06:00 (4) 20:42	19:33	11 07:31 (38) 18:22	16:19	15:50
12	04:55	05:45 (4) 05:41	06:33	07:18 (38) 07:24	07:21	08:08
	21:27	16 06:01 (4) 20:40	19:30	15 07:33 (38) 18:19	16:17	15:50
13	04:56	05:44 (4) 05:42	06:35	07:16 (38) 07:26	08:19 (40) 07:23	08:09
	21:26	17 06:01 (4) 20:38	19:28	18 07:34 (38) 18:17	6 08:25 (40) 16:16	15:50
14	04:57	05:44 (4) 05:44	06:36	07:14 (38) 07:28	08:16 (40) 07:25	08:10
	21:25	18 06:02 (4) 20:36	19:26	20 07:34 (38) 18:15	12 08:28 (40) 16:14	15:50
15	04:58	05:44 (4) 05:46	06:38	07:14 (38) 07:30	08:14 (40) 07:27	08:11
	21:24	19 06:03 (4) 20:34	19:23	21 07:35 (38) 18:13	16 08:30 (40) 16:13	15:50
16	05:00	05:44 (4) 05:47	06:40	07:12 (38) 07:32	08:13 (40) 07:28	08:11
	21:23	20 06:04 (4) 20:31	19:21	22 07:34 (38) 18:10	18 08:31 (40) 16:11	15:50
17	05:01	05:43 (4) 05:49	06:41	07:12 (38) 07:33	08:12 (40) 07:30	08:12
	21:22	21 06:04 (4) 20:29	19:18	22 07:34 (38) 18:08	20 08:32 (40) 16:10	15:50
18	05:02	05:43 (4) 05:51	06:43	07:12 (38) 07:35	08:11 (40) 07:32	08:13
	21:20	21 06:04 (4) 20:27	19:16	22 07:34 (38) 18:06	21 08:32 (40) 16:09	15:51
19	05:04	05:42 (4) 05:52	06:45	07:11 (38) 07:37	08:10 (40) 07:34	08:14
	21:19	22 06:04 (4) 20:25	19:14	22 07:33 (38) 18:04	22 08:32 (40) 16:07	15:51
20	05:05	05:43 (4) 05:54	06:46	07:12 (38) 07:39	08:10 (40) 07:36	08:14
	21:18	22 06:05 (4) 20:23	19:11	21 07:33 (38) 18:01	22 08:32 (40) 16:06	15:51
21	05:06	05:43 (4) 05:56	06:48	07:14 (38) 07:41	08:10 (40) 07:37	08:15
	21:17	22 06:05 (4) 20:21	19:09	18 07:32 (38) 17:59	22 08:32 (40) 16:05	15:52
22	05:08	05:42 (4) 05:57	06:50	07:15 (38) 07:42	08:10 (40) 07:39	08:16
	21:15	23 06:05 (4) 20:19	19:06	15 07:30 (38) 17:57	22 08:32 (40) 16:04	15:52
23	05:09	05:43 (4) 05:59	06:51	07:17 (38) 07:44	08:12 (40) 07:41	08:16
	21:14	23 06:06 (4) 20:16	19:04	11 07:28 (38) 17:55	19 08:31 (40) 16:02	15:53
24	05:11	05:43 (4) 06:01	06:53	07:19 (38) 07:46	08:13 (40) 07:42	08:16
	21:13	22 06:05 (4) 20:14	19:02	7 07:26 (38) 17:53	16 08:29 (40) 16:01	15:53
25	05:12	05:43 (4) 06:03	06:55	06:48	07:15 (40) 07:44	08:17
	21:11	22 06:05 (4) 20:12	18:59	16:51	13 07:28 (40) 16:00	15:54
26	05:13	05:44 (4) 06:04	06:57	06:50	07:17 (40) 07:46	08:17
	21:10	21 06:05 (4) 20:10	18:57	16:49	10 07:27 (40) 15:59	15:55
27	05:15	05:45 (4) 06:06	06:58	06:52	07:19 (40) 07:47	08:17
	21:08	20 06:05 (4) 20:08	18:54	16:47	6 07:25 (40) 15:58	15:55
28	05:17	05:46 (4) 06:08	07:00	06:53	07:49	08:18
	21:07	18 06:04 (4) 20:05	18:52	16:45	15:57	15:56
29	05:18	05:48 (4) 06:09	07:02	06:55	07:50	08:18
	21:05	16 06:04 (4) 20:03	18:50	16:43	15:56	15:57
30	05:20	05:49 (4) 06:11	07:03	06:57	07:52	08:18
	21:03	14 06:03 (4) 20:01	18:47	16:41	15:56	15:58
31	05:21	05:51 (4) 06:13		06:59		08:18
	21:02	11 06:02 (4) 19:58		16:39		15:59
Potential sun hours	506	456	382	330	263	239
Total, worst case	451	13	245	245		

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)
	Sun set (hh:mm)		Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker last time)

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page: 26.05.2020 10:39 / 3
	Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de
		Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490

**SHADOW - Calendar**

Calculation: Gesamtbelastung (worst case) Shadow receptor: F - IO F Schönholzer Str. 5 - Grüntal

**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence 2.000 m  
 Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
 Day step for calculation 1 days  
 Time step for calculation 1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June
1	08:18 16:00	08:52 (40)   07:50 09:15 (40)   16:49	08:16 (41)   06:55 08:33 (41)   17:43	06:42 19:39	07:05 (5)   05:35 19:39	06:27 (4)   04:48 21:19
2	08:18 16:01	08:53 (40)   07:48 09:16 (40)   16:51	08:15 (41)   06:52 08:34 (41)   17:45	06:40 19:40	07:03 (5)   05:33 19:40	06:28 (4)   04:47 21:20
3	08:18 16:02	08:53 (40)   07:46 09:16 (40)   16:53	08:14 (41)   06:50 08:34 (41)   17:46	06:37 19:42	07:00 (5)   05:31 19:42	06:29 (4)   04:47 21:21
4	08:17 16:03	08:53 (40)   07:45 09:16 (40)   16:55	08:14 (41)   06:48 08:34 (41)   17:48	06:35 07:11 (42)   06:35	06:58 (5)   05:29 19:44	06:31 (4)   04:46 21:22
5	08:17 16:05	08:54 (40)   07:43 09:17 (40)   16:57	08:14 (41)   06:45 08:34 (41)   17:50	06:33 07:09 (42)   06:33	06:57 (5)   05:28 19:46	06:32 (4)   04:45 21:23
6	08:17 16:06	08:54 (40)   07:41 09:17 (40)   16:59	08:14 (41)   06:43 08:34 (41)   17:52	06:30 07:07 (42)   06:30	06:56 (5)   05:26 19:47	06:34 (4)   04:44 21:24
7	08:16 16:07	08:55 (40)   07:39 09:18 (40)   17:01	08:15 (41)   06:41 08:34 (41)   17:54	06:28 07:04 (42)   19:49	06:56 (5)   05:24 19:49	06:37 (4)   04:44 21:25
8	08:16 16:09	08:55 (40)   07:38 09:18 (40)   17:03	08:15 (41)   06:39 08:33 (41)   17:56	06:26 07:02 (42)   19:51	06:56 (5)   05:22 19:51	06:44 (4)   04:43 21:26
9	08:15 16:10	08:55 (40)   07:36 09:19 (40)   17:05	08:15 (41)   06:36 08:33 (41)   17:57	06:23 07:00 (42)   19:53	06:56 (5)   05:20 19:53	06:43 (4)   04:43 21:27
10	08:15 16:11	08:56 (40)   07:34 09:20 (40)   17:07	08:00 (38)   06:34 08:32 (41)   17:59	06:21 07:21 (42)   19:54	06:57 (5)   05:18 19:54	06:42 (4)   04:42 21:28
11	08:14 16:13	08:57 (40)   07:32 09:20 (40)   17:09	07:58 (38)   06:32 08:30 (41)   18:01	06:19 07:21 (42)   19:56	06:57 (5)   05:17 19:56	06:42 (4)   04:42 21:29
12	08:13 16:14	08:57 (40)   07:30 09:20 (40)   17:10	07:56 (38)   06:29 08:17 (38)   18:03	06:16 07:21 (42)   19:58	06:59 (5)   05:15 20:50	06:41 (4)   04:41 21:29
13	08:13 16:16	08:58 (40)   07:28 09:20 (40)   17:12	07:54 (38)   06:27 08:17 (38)   18:05	06:14 07:20 (42)   20:00	07:00 (5)   05:13 20:52	06:41 (4)   04:41 21:30
14	08:12 16:17	08:58 (40)   07:26 09:20 (40)   17:14	07:54 (38)   06:25 08:18 (38)   18:07	06:12 07:20 (42)   20:02	06:58 (4)   05:12 20:53	06:41 (4)   04:41 21:31
15	08:11 16:19	08:59 (40)   07:24 09:20 (40)   17:16	07:53 (38)   06:22 08:19 (38)   18:08	06:10 07:21 (42)   20:03	06:36 (4)   05:10 20:55	06:41 (4)   04:41 21:31
16	08:10 16:21	09:00 (40)   07:22 09:20 (40)   17:18	07:53 (38)   06:20 08:19 (38)   18:10	06:07 07:00 (42)   20:05	06:31 (4)   05:08 20:57	06:41 (4)   04:41 21:32
17	08:09 16:22	09:01 (40)   07:20 09:20 (40)   17:20	07:53 (38)   06:18 08:20 (38)   18:12	06:05 07:02 (42)   20:07	06:29 (4)   05:07 20:58	06:40 (4)   04:40 21:32
18	08:08 16:24	09:02 (40)   07:18 09:20 (40)   17:22	07:53 (38)   06:15 08:20 (38)   18:14	06:03 07:04 (42)   20:09	06:26 (4)   05:05 21:00	06:40 (4)   04:40 21:33
19	08:07 16:26	09:02 (40)   07:16 09:19 (40)   17:24	07:53 (38)   06:13 08:20 (38)   18:16	06:01 07:11 (42)   20:10	06:24 (4)   05:04 21:01	06:40 (4)   04:40 21:33
20	08:06 16:27	09:04 (40)   07:14 09:18 (40)   17:26	07:53 (38)   06:10 08:20 (38)   18:17	05:58 20:12	06:22 (4)   05:02 21:03	06:41 (4)   04:41 21:33
21	08:05 16:29	09:06 (40)   07:12 09:17 (40)   17:28	07:53 (38)   06:08 08:18 (38)   18:19	05:56 20:14	06:58 (4)   21:04 21:04	06:41 (4)   04:41 21:34
22	08:04 16:31	09:08 (40)   07:10 09:15 (40)   17:30	07:53 (38)   06:06 08:18 (38)   18:21	05:54 20:16	06:18 (4)   05:00 21:06	06:41 (4)   04:41 21:34
23	08:02 16:33	09:15 (40)   07:08 07:31	07:54 (38)   06:03 08:17 (38)   18:23	05:52 20:17	06:59 (4)   21:07 21:07	06:41 (4)   04:41 21:34
24	08:01 16:34	07:06 09:06 (40)   17:33	07:56 (38)   06:01 08:16 (38)   18:24	05:50 20:19	06:17 (4)   04:57 21:09	06:41 (4)   04:41 21:34
25	08:00 16:36	07:03 09:08 (40)   17:35	07:56 (38)   05:59 08:14 (38)   18:26	05:48 20:21	06:18 (4)   04:56 21:10	06:41 (4)   04:41 21:34
26	07:59 16:38	07:01 09:04 (40)   17:37	07:58 (38)   05:56 08:12 (38)   18:28	05:46 20:23	06:18 (4)   04:55 21:11	06:41 (4)   04:41 21:34
27	07:57 16:40	08:25 (41)   06:59 08:28 (41)   17:39	08:02 (38)   05:54 08:08 (38)   18:30	05:43 20:24	06:19 (4)   04:53 21:13	06:41 (4)   04:41 21:34
28	07:56 16:42	08:23 (41)   06:57 08:29 (41)   17:41	05:51 18:32	05:41 20:26	06:20 (4)   04:52 21:14	06:41 (4)   04:41 21:34
29	07:54 16:44	08:22 (41)   06:57 08:31 (41)   17:43	05:51 18:33	05:39 20:28	06:22 (4)   04:51 21:15	06:41 (4)   04:41 21:34
30	07:53 16:46	08:20 (41)   06:57 08:32 (41)   17:45	06:47 19:35	05:37 20:30	06:27 (4)   04:50 21:17	06:41 (4)   04:41 21:34
31	07:51 16:47	08:18 (41)   06:57 08:33 (41)   17:47	06:44 19:37	07:07 (5)   05:37 07:16 (5)   05:37	04:49 21:18	06:41 (4)   04:41 21:34
Potential sun hours	255	276	367	418	489	504
Total, worst case	494	592	763	821	920	983

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)
	Sun set (hh:mm)		Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker last time)

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page: 26.05.2020 10:39 / 4
Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover		Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490

### SHADOW - Calendar

Calculation: Gesamtbelastung (worst case) Shadow receptor: F - IO F Schönholzer Str. 5 - Grüntal

#### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 2.000 m  
 Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
 Day step for calculation 1 days  
 Time step for calculation 1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

	July	August	September	October	November	December	
1	04:45	05:34 (3)   05:23	06:14	06:56 (5)   07:05	07:38 (42)   07:01	07:54   08:39 (40)	
	21:33	26 06:00 (3)   21:00	19:56	19 07:15 (5)   18:45	22 08:00 (42)   16:37	28 08:01 (41)   15:55	23 09:02 (40)
2	04:46	05:34 (3)   05:24	06:16	06:56 (5)   07:07	07:38 (42)   07:03	07:31 (38)   07:55	08:38 (40)
	21:33	26 06:00 (3)   20:58	19:54	20 07:16 (5)   18:43	22 08:00 (42)   16:35	25 08:02 (41)   15:54	24 09:02 (40)
3	04:46	05:34 (3)   05:26	06:18	06:54 (5)   07:09	07:36 (42)   07:05	07:45 (41)   07:56	08:39 (40)
	21:33	26 06:00 (3)   20:57	19:52	22 07:16 (5)   18:40	23 07:59 (42)   16:33	18 08:03 (41)   15:53	24 09:03 (40)
4	04:47	05:34 (3)   05:28	06:19	06:54 (5)   07:10	07:37 (42)   07:06	07:44 (41)   07:58	08:39 (40)
	21:32	27 06:01 (3)   20:55	19:49	22 07:16 (5)   18:38	22 07:59 (42)   16:31	19 08:03 (41)   15:53	24 09:03 (40)
5	04:48	05:35 (3)   05:29	06:21	06:52 (5)   07:12	07:38 (42)   07:08	07:44 (41)   07:59	08:40 (40)
	21:32	26 06:01 (3)   20:53	19:47	23 07:15 (5)   18:35	20 07:58 (42)   16:29	20 08:04 (41)   15:52	24 09:04 (40)
6	04:49	05:34 (3)   05:31	06:46 (4)   06:23	06:52 (5)   07:14	07:40 (42)   07:10	07:44 (41)   08:01	08:40 (40)
	21:31	27 06:01 (3)   20:51	9 06:55 (4)   19:44	23 07:15 (5)   18:33	17 07:57 (42)   16:28	20 08:04 (41)   15:52	23 09:03 (40)
7	04:50	05:34 (3)   05:32	06:42 (4)   06:24	06:53 (5)   07:16	07:41 (42)   07:12	07:44 (41)   08:02	08:41 (40)
	21:30	27 06:01 (3)   20:49	15 06:57 (4)   19:42	22 07:15 (5)   18:31	14 07:55 (42)   16:26	20 08:04 (41)   15:51	23 09:04 (40)
8	04:51	05:34 (3)   05:34	06:41 (4)   06:26	06:52 (5)   07:17	07:43 (42)   07:14	07:45 (41)   08:03	08:41 (40)
	21:30	27 06:01 (3)   20:47	19 07:00 (4)   19:40	22 07:14 (5)   18:28	11 07:54 (42)   16:24	20 08:05 (41)   15:51	23 09:04 (40)
9	04:52	05:35 (3)   05:36	06:39 (4)   06:28	06:54 (5)   07:19	07:45 (42)   07:16	07:46 (41)   08:04	08:42 (40)
	21:29	27 06:02 (3)   20:46	22 07:01 (4)   19:37	19 07:13 (5)   18:26	6 07:51 (42)   16:22	19 08:05 (41)   15:51	23 09:05 (40)
10	04:53	05:35 (3)   05:37	06:38 (4)   06:30	06:56 (5)   07:21	07:18	07:48 (41)   08:05	08:42 (40)
	21:28	27 06:02 (3)   20:44	24 07:02 (4)   19:35	16 07:12 (5)   18:24	16:21	17 08:05 (41)   15:50	23 09:05 (40)
11	04:54	05:35 (3)   05:39	06:37 (4)   06:31	06:57 (5)   07:23	07:19	07:50 (41)   08:07	08:43 (40)
	21:27	27 06:02 (3)   20:42	26 07:03 (4)   19:33	13 07:10 (5)   18:22	16:19	14 08:04 (41)   15:50	23 09:06 (40)
12	04:55	05:35 (3)   05:41	06:36 (4)   06:33	06:59 (5)   07:24	07:21	07:52 (41)   08:08	08:44 (40)
	21:27	27 06:02 (3)   20:40	28 07:04 (4)   19:30	9 07:08 (5)   18:19	16:17	12 08:04 (41)   15:50	22 09:06 (40)
13	04:56	05:35 (3)   05:42	06:35 (4)   06:35	07:01 (5)   07:26	07:23	07:54 (41)   08:09	08:44 (40)
	21:26	27 06:02 (3)   20:38	29 07:04 (4)   19:28	4 07:05 (5)   18:17	16:16	9 08:03 (41)   15:50	22 09:06 (40)
14	04:57	05:35 (3)   05:44	06:29 (4)   06:36	07:28	07:25	07:56 (41)   08:10	08:45 (40)
	21:25	27 06:02 (3)   20:36	35 07:04 (4)   19:26	18:15	16:14	6 08:02 (41)   15:50	22 09:07 (40)
15	04:58	05:35 (3)   05:46	06:27 (4)   06:38	07:30	08:33 (38)   07:27	07:58 (41)   08:11	08:45 (40)
	21:24	27 06:02 (3)   20:34	38 07:05 (4)   19:23	18:12	9 08:42 (38)   16:13	3 08:01 (41)   15:50	22 09:07 (40)
16	05:00	05:36 (3)   05:47	06:25 (4)   06:40	07:32	08:30 (38)   07:28	08:11	08:45 (40)
	21:23	27 06:03 (3)   20:31	40 07:05 (4)   19:21	18:10	15 08:45 (38)   16:11	15:50	22 09:07 (40)
17	05:01	05:36 (3)   05:49	06:25 (4)   06:41	07:33	08:28 (38)   07:30	08:12	08:46 (40)
	21:22	27 06:03 (3)   20:29	40 07:05 (4)   19:18	18:08	19 08:47 (38)   16:10	15:50	21 09:07 (40)
18	05:02	05:36 (3)   05:51	06:24 (4)   06:43	07:35	08:26 (38)   07:32	08:13	08:47 (40)
	21:20	26 06:02 (3)   20:27	41 07:05 (4)   19:16	18:06	22 08:48 (38)   16:09	15:51	21 09:08 (40)
19	05:04	05:36 (3)   05:52	06:23 (4)   06:45	07:37	08:25 (38)   07:34	08:14	08:48 (40)
	21:19	26 06:02 (3)   20:25	41 07:04 (4)   19:14	18:04	24 08:49 (38)   16:07	15:51	21 09:09 (40)
20	05:05	05:38 (3)   05:54	06:23 (4)   06:46	07:39	08:24 (38)   07:36	08:43 (40)   08:14	08:48 (40)
	21:18	24 06:02 (3)   20:23	42 07:05 (4)   19:11	18:01	25 08:49 (38)   16:06	6 08:49 (40)   15:51	21 09:09 (40)
21	05:06	05:38 (3)   05:56	06:23 (4)   06:48	07:41	08:24 (38)   07:37	08:41 (40)   08:15	08:49 (40)
	21:17	24 06:02 (3)   20:21	40 07:03 (4)   19:09	17:59	26 08:50 (38)   16:05	11 08:52 (40)   15:52	20 09:09 (40)
22	05:08	05:38 (3)   05:57	06:25 (4)   06:50	07:42	08:23 (38)   07:39	08:40 (40)   08:16	08:49 (40)
	21:15	23 06:01 (3)   20:19	38 07:03 (4)   19:06	17:57	27 08:50 (38)   16:04	14 08:54 (40)   15:52	20 09:09 (40)
23	05:09	05:40 (3)   05:59	06:27 (4)   06:51	07:44	08:22 (38)   07:41	08:40 (40)   08:16	08:50 (40)
	21:14	21 06:01 (3)   20:16	36 07:03 (4)   19:04	17:55	27 08:49 (38)   16:02	16 08:56 (40)   15:53	20 09:10 (40)
24	05:11	05:41 (3)   06:01	06:28 (4)   06:53	07:46	08:22 (38)   07:42	08:39 (40)   08:16	08:50 (40)
	21:13	19 06:00 (3)   20:14	33 07:01 (4)   19:02	17:53	27 08:49 (38)   16:01	18 08:57 (40)   15:53	21 09:11 (40)
25	05:12	05:42 (3)   06:03	06:30 (4)   06:55	07:50 (42)   06:48	07:22 (38)   07:44	08:39 (40)   08:17	08:50 (40)
	21:11	17 05:59 (3)   20:12	31 07:01 (4)   18:59	3 07:53 (42)   16:51	27 07:49 (38)   16:00	19 08:58 (40)   15:54	21 09:11 (40)
26	05:13	05:44 (3)   06:04	06:31 (4)   06:57	07:44 (42)   06:50	07:22 (38)   07:46	08:38 (40)   08:17	08:51 (40)
	21:10	15 05:59 (3)   20:10	28 06:59 (4)   18:57	12 07:56 (42)   16:49	27 07:49 (38)   15:59	20 08:58 (40)   15:54	21 09:12 (40)
27	05:15	05:45 (3)   06:06	06:33 (4)   06:58	07:42 (42)   06:52	07:23 (38)   07:47	08:38 (40)   08:17	08:51 (40)
	21:08	13 05:58 (44)   20:08	23 06:57 (4)   18:54	16 07:58 (42)   16:47	25 07:48 (38)   15:58	21 08:59 (40)   15:55	22 09:13 (40)
28	05:16	05:46 (3)   06:08	06:38 (4)   07:00	07:41 (42)   06:53	07:23 (38)   07:49	08:38 (40)   08:18	08:51 (40)
	21:07	11 05:57 (44)   20:05	18 06:56 (4)   18:52	18 07:59 (42)   16:45	25 07:48 (38)   15:57	22 09:00 (40)   15:56	22 09:13 (40)
29	05:18	05:48 (44)   06:09	06:39 (4)   07:02	07:39 (42)   06:55	07:24 (38)   07:50	08:38 (40)   08:18	08:52 (40)
	21:05	8 05:56 (44)   20:03	18 07:09 (5)   18:50	20 07:59 (42)   16:43	23 07:47 (38)   15:56	22 09:00 (40)   15:57	22 09:14 (40)
30	05:20	05:49 (44)   06:11	07:00 (5)   07:03	07:38 (42)   06:57	07:25 (38)   07:52	08:38 (40)   08:18	08:52 (40)
	21:03	6 05:55 (44)   20:01	12 07:12 (5)   18:47	22 08:00 (42)   16:41	21 07:46 (38)   15:56	23 09:01 (40)   15:58	22 09:14 (40)
31	05:21	05:51 (44)   06:13	06:58 (5)	06:59	07:27 (38)	08:18	08:52 (40)
	21:02	3 05:54 (44)   19:58	15 07:13 (5)	16:39	27 07:59 (41)	15:59	23 09:15 (40)
Potential sun hours	506	456	382	330	263	239	
Total, worst case	691	741	325	553	442	685	

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)
	Sun set (hh:mm)		Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker last time)

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page 26.05.2020 10:39 / 5
	Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490

**SHADOW - Calendar**

**Calculation:** Gesamtbelastung (worst case) **Shadow receptor:** G - IO G - Am Postweg 2 - Grüntal

**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence 2.000 m  
 Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
 Day step for calculation 1 days  
 Time step for calculation 1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June
1	08:18 16:00	07:50 16:49	06:55 17:43	06:42 19:39	05:35 20:31	06:00 (4) 21:19
2	08:18 16:01	07:48 16:51	06:52 17:45	06:40 19:40	05:33 20:33	05:58 (4) 21:20
3	08:18 16:02	07:46 16:53	06:50 17:46	06:37 19:42	05:31 20:35	05:57 (4) 21:21
4	08:17 16:04	07:45 16:55	06:48 17:48	06:35 19:44	05:29 20:37	05:55 (4) 21:22
5	08:17 16:05	07:43 16:57	06:45 17:50	06:33 19:46	05:28 20:38	05:55 (4) 21:23
6	08:17 16:06	07:41 16:59	06:43 17:52	06:30 19:47	05:26 20:40	05:55 (4) 21:24
7	08:16 16:07	07:39 17:01	06:41 17:54	06:28 19:49	05:24 20:42	05:54 (4) 21:25
8	08:16 16:09	07:38 17:03	08:04 (40) 08:08 (40)	06:39 17:56	06:26 19:51	05:55 (4) 21:26
9	08:15 16:10	07:36 17:05	08:02 (40) 08:10 (40)	06:36 17:57	06:23 19:53	05:55 (4) 21:27
10	08:15 16:11	07:34 17:07	08:00 (40) 08:11 (40)	06:34 17:59	06:21 19:55	05:55 (4) 21:28
11	08:14 16:13	07:32 17:09	07:58 (40) 08:12 (40)	06:32 18:01	06:19 19:56	05:57 (4) 21:29
12	08:13 16:14	07:30 17:10	07:56 (40) 08:13 (40)	06:29 18:03	06:16 19:58	05:57 (4) 21:29
13	08:13 16:16	07:28 17:12	07:53 (40) 08:12 (40)	06:27 18:05	06:14 20:00	05:58 (4) 21:30
14	08:12 16:18	07:26 17:14	07:52 (40) 08:12 (40)	06:25 18:07	06:12 20:02	05:59 (4) 21:31
15	08:11 16:19	07:24 17:16	07:52 (40) 08:12 (40)	06:22 18:08	06:10 20:03	06:02 (4) 21:31
16	08:10 16:21	07:22 17:18	07:52 (40) 08:12 (40)	06:20 18:10	06:07 20:05	06:09 (4) 21:32
17	08:09 16:22	07:20 17:20	07:53 (40) 08:12 (40)	06:18 18:12	06:05 20:07	06:09 (4) 21:32
18	08:08 16:24	07:18 17:22	07:54 (40) 08:11 (40)	06:15 18:14	06:03 20:09	06:11 (4) 21:33
19	08:07 16:26	07:16 17:24	07:55 (40) 08:10 (40)	06:13 18:16	06:01 20:10	06:13 (4) 21:33
20	08:06 16:27	07:14 17:26	07:56 (40) 08:09 (40)	06:10 18:17	05:58 20:12	06:14 (4) 21:33
21	08:05 16:29	07:12 17:28	07:58 (40) 08:06 (40)	06:08 18:19	05:56 20:14	06:15 (4) 21:34
22	08:04 16:31	07:10 17:30	06:06 18:21	06:47 (38) 07:00 (38)	05:54 20:16	06:16 (4) 21:34
23	08:03 16:33	07:08 17:31	06:03 18:23	06:49 (38) 06:56 (38)	05:52 20:17	06:17 (4) 21:34
24	08:01 16:35	07:06 17:33	06:01 18:24	05:50 20:19	04:57 20:19	06:18 (4) 21:34
25	08:00 16:36	07:03 17:35	05:59 18:26	05:48 20:21	04:56 20:21	06:19 (4) 21:34
26	07:59 16:38	07:01 17:37	05:56 18:28	05:46 20:23	04:55 21:11	06:20 (4) 21:34
27	07:57 16:40	06:59 17:39	05:54 18:30	05:44 20:24	06:08 (4) 21:13	06:21 (4) 21:34
28	07:56 16:42	06:57 17:41	05:51 18:32	05:41 20:26	06:06 (4) 06:12 (4)	06:22 (4) 21:34
29	07:54 16:44		06:49 19:33	05:39 20:28	06:04 (4) 06:14 (4)	06:23 (4) 21:34
30	07:53 16:46		06:47 19:35	05:37 20:30	06:02 (4) 06:15 (4)	06:24 (4) 21:34
31	07:51 16:47		06:44 19:37		04:49 21:18	06:25 (4) 21:34
Potential sun hours	255	276	367	418	489	504
Total, worst case		205	211	31	270	

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)
	Sun set (hh:mm)		Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker last time)

Project:	Description:	Printed/Page
<b>Grüntal Nord</b>	Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	26.05.2020 10:39 / 6
	Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:38/2.7.490

**SHADOW - Calendar****Calculation:** Gesamtbelastung (worst case) **Shadow receptor:** G - IO G - Am Postweg 2 - Grüntal**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence	2.000 m
Minimum sun height over horizon for influence	3 °
Day step for calculation	1 days
Time step for calculation	1 minutes

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

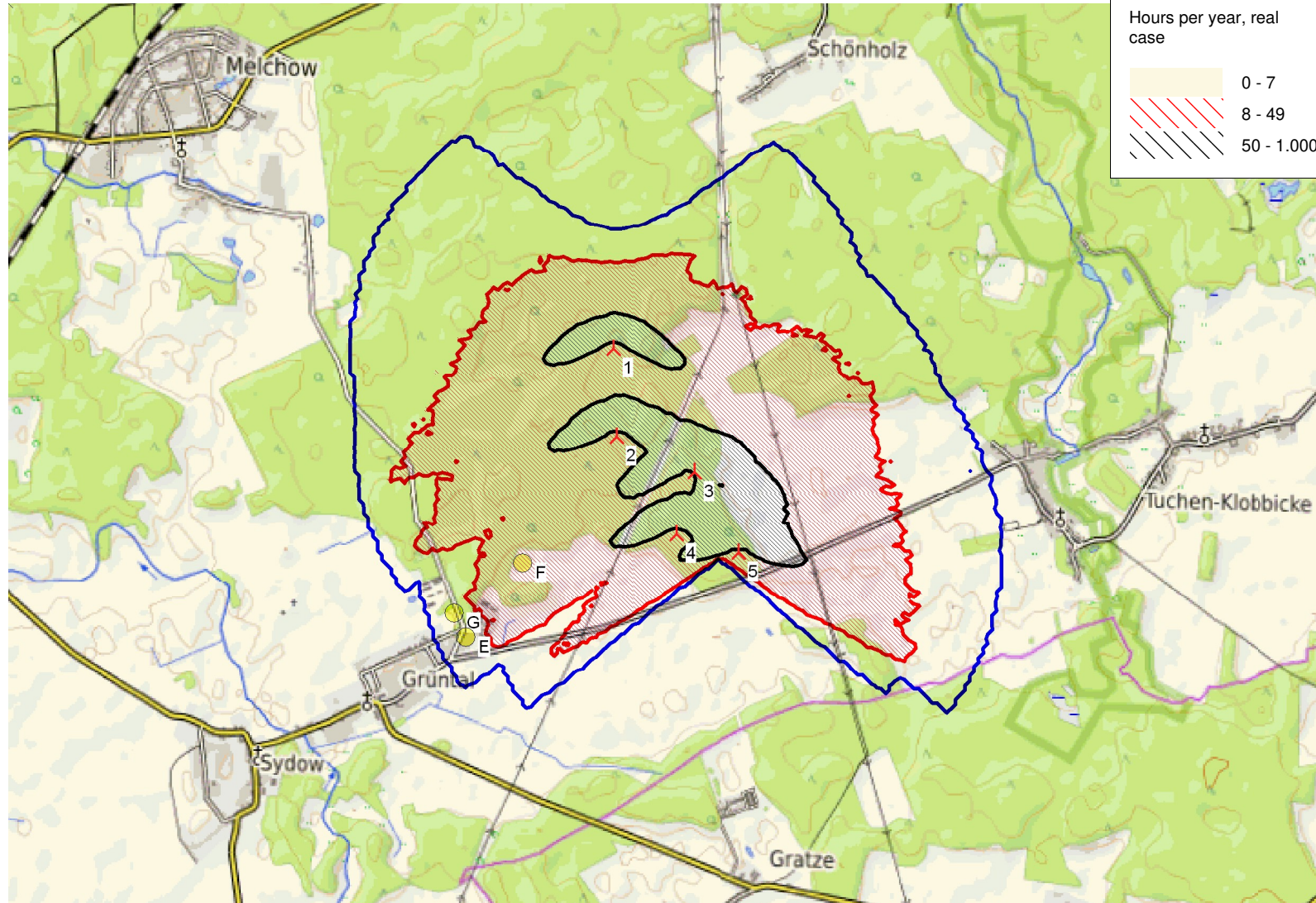
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	July	August	September	October	November	December
1	04:45	05:23	06:07 (4)	06:14	07:05	07:31 (38)
	21:33	21:00	17 06:24 (4)	19:56	18:45	13 07:44 (38)
2	04:46	05:24	06:07 (4)	06:16	07:07	07:33 (38)
	21:33	20:58	18 06:25 (4)	19:54	18:43	9 07:42 (38)
3	04:46	05:26	06:06 (4)	06:18	07:09	07:34 (38)
	21:33	20:57	19 06:25 (4)	19:52	18:40	5 07:39 (38)
4	04:47	05:28	06:05 (4)	06:19	07:10	07:06
	21:32	20:55	21 06:26 (4)	19:49	18:38	16:31
5	04:48	05:29	06:05 (4)	06:21	07:12	07:08
	21:32	20:53	21 06:26 (4)	19:47	18:35	16:29
6	04:49	05:31	06:05 (4)	06:23	07:14	07:10
	21:31	20:51	21 06:26 (4)	19:45	18:33	16:28
7	04:50	05:32	06:04 (4)	06:25	07:16	07:12
	21:30	20:49	22 06:26 (4)	19:42	18:31	16:26
8	04:51	05:34	06:04 (4)	06:26	07:17	07:14
	21:30	20:47	22 06:26 (4)	19:40	18:28	16:24
9	04:52	05:36	06:04 (4)	06:28	07:19	07:16
	21:29	20:46	21 06:25 (4)	19:37	18:26	16:22
10	04:53	05:37	06:06 (4)	06:30	07:21	07:18
	21:28	20:44	19 06:25 (4)	19:35	18:24	16:21
11	04:54	05:39	06:08 (4)	06:31	07:23	07:19
	21:27	20:42	17 06:25 (4)	19:33	18:22	16:19
12	04:55	05:41	06:09 (4)	06:33	07:24	07:21
	21:27	20:40	15 06:24 (4)	19:30	18:19	16:17
13	04:56	05:42	06:11 (4)	06:35	07:26	07:23
	21:26	20:38	12 06:23 (4)	19:28	18:17	16:16
14	04:57	05:44	06:12 (4)	06:36	07:28	07:25
	21:25	20:36	9 06:21 (4)	19:26	18:15	16:14
15	04:58	05:46	06:14 (4)	06:38	07:30	07:27
	21:24	20:34	5 06:19 (4)	19:23	18:13	16:13
16	05:00	05:47	06:40	07:32	07:32	07:28
	21:23	20:32	19:21	18:10	16:11	15:50
17	05:01	05:49	06:41	07:33	07:30	07:30
	21:22	20:29	19:18	18:08	16:10	15:50
18	05:02	05:51	06:43	07:35	07:32	07:32
	21:20	20:27	19:16	18:06	16:09	15:51
19	05:04	05:52	06:45	07:37	07:34	07:34
	21:19	20:25	19:14	18:04	16:07	15:51
20	05:05	05:54	06:46	07:38 (38)	07:39	07:36
	21:18	20:23	19:11	2 07:40 (38)	18:01	16:06
21	05:06	05:56	06:48	07:33 (38)	07:41	08:28 (40)
	21:17	20:21	19:09	12 07:45 (38)	17:59	10 08:38 (40)
22	05:08	05:57	06:50	07:30 (38)	07:42	08:26 (40)
	21:15	20:19	19:06	16 07:46 (38)	17:57	14 08:40 (40)
23	05:09	05:59	06:51	07:29 (38)	07:44	08:25 (40)
	21:14	20:16	19:04	18 07:47 (38)	17:55	16 08:41 (40)
24	05:11	06:01	06:53	07:28 (38)	07:46	08:23 (40)
	21:13	20:14	19:02	20 07:48 (38)	17:53	18 08:41 (40)
25	05:12	06:03	06:55	07:28 (38)	06:48	07:22 (40)
	21:11	20:12	18:59	20 07:48 (38)	16:51	20 07:42 (40)
26	05:13	06:04	06:57	07:26 (38)	06:50	07:22 (40)
	21:10	20:10	18:57	21 07:47 (38)	16:49	20 07:42 (40)
27	05:15	06:06	06:58	07:26 (38)	06:52	07:22 (40)
	21:08	20:08	18:54	21 07:47 (38)	16:47	20 07:42 (40)
28	05:17	06:14 (4)	07:00	07:26 (38)	06:53	07:22 (40)
	21:07	3 06:17 (4)	20:05	18:52	21 07:47 (38)	16:45
29	05:18	06:11 (4)	06:09	07:02	07:27 (38)	06:55
	21:05	10 06:21 (4)	20:03	18:50	19 07:46 (38)	16:43
30	05:20	06:09 (4)	06:11	07:03	07:29 (38)	06:57
	21:03	13 06:22 (4)	20:01	18:47	16 07:45 (38)	16:41
31	05:21	06:08 (4)	06:13		06:59	07:27 (40)
	21:02	16 06:24 (4)	19:58		16:39	13 07:40 (40)
Potential sun hours	506	456	382	330	263	239
Total, worst case	42	259	186	212	20	

**Table layout: For each day in each month the following matrix apply**

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)
	Sun set (hh:mm)		Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker last time)



Hours per year, real case

	0 - 7
	8 - 49
	50 - 1.000

Project:  
**Grüntal Nord**

Description:  
 Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
 Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:  
 NWind GmbH  
 Haltenhoffstr. 50 A  
 D-30167 Hannover

**SHADOW - Map**  
 Calculation:  
 Zusatzbelastung (real case)

Printed/Page  
 26.05.2020 10:23 / 1

Licensed user:  
**MeteoServ GbR**  
 Spessartring 7  
 DE-61194 Niddatal  
 +49 6034 90 230 10  
 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de  
 Calculated:  
 26.05.2020 10:22/2.7.490

Map: , Print scale 1:40.000, Map center ETRS 89 Zone: 33 East: 415.657 North: 5.846.102

Isolines showing shadow in Hours per year, real case

New WTG      Shadow receptor  
 0      8      50



Project: **Grüntal Nord**  
 Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
 Nabenhöhe: 131 m  
 Auftraggeber:  
 NWind GmbH  
 Haltenhoffstr. 50 A  
 D-30167 Hannover

Printed/Page: 26.05.2020 10:22 / 1  
 Licensed user: **MeteoServ GbR**  
 Spessartring 7  
 DE-61194 Niddatal  
 +49 6034 90 230 10  
 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de  
 Calculated: 26.05.2020 10:22/2.7.490

### SHADOW - Main Result

Calculation: Zusatzbelastung (real case)

#### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
 Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
 Please look in WTG table

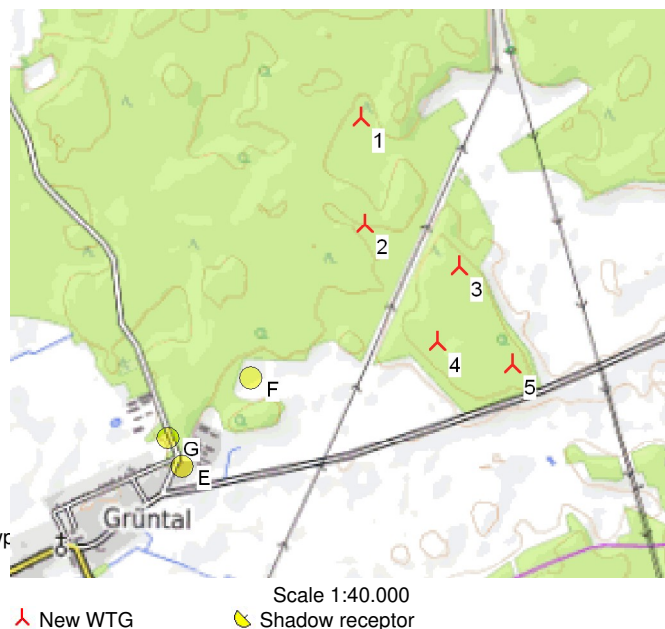
Minimum sun height over horizon for influence: 3 °  
 Day step for calculation: 1 days  
 Time step for calculation: 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []  
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
 1,70 2,50 3,80 6,10 7,30 7,60 7,00 7,00 5,70 3,60 2,00 1,40

Operational time  
 N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
 489 446 428 560 560 734 787 909 1.189 1.399 691 568 8.760  
 Idle start wind speed Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0\_wp  
 Obstacles used in calculation  
 Eye height: 1,5 m  
 Grid resolution: 10 m



#### WTGs

ETRS 89 Zone: 33	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
ETRS 89 Zone: 33			[m]									
1	415.312	5.846.766	65,0	WEA 1 (W_01)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
2	415.333	5.846.199	66,6	WEA 2 (W_02)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
3	415.833	5.845.974	70,0	WEA 3 (W_03)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
4	415.718	5.845.576	70,0	WEA 4 (W_04)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
5	416.114	5.845.455	70,0	WEA 5 (W_05)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1

#### Shadow receptor-Input

No.	Name	ETRS 89 Zone: 33		Z	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North							
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	414.363	5.844.910	68,4	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	414.728	5.845.386	70,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	414.290	5.845.063	68,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

#### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	15:26	57	0:23	4:40
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	59:20	153	0:33	17:59
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	10:02	38	0:22	3:07

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	WEA 1 (W_01)	0:00	0:00
2	WEA 2 (W_02)	0:00	0:00

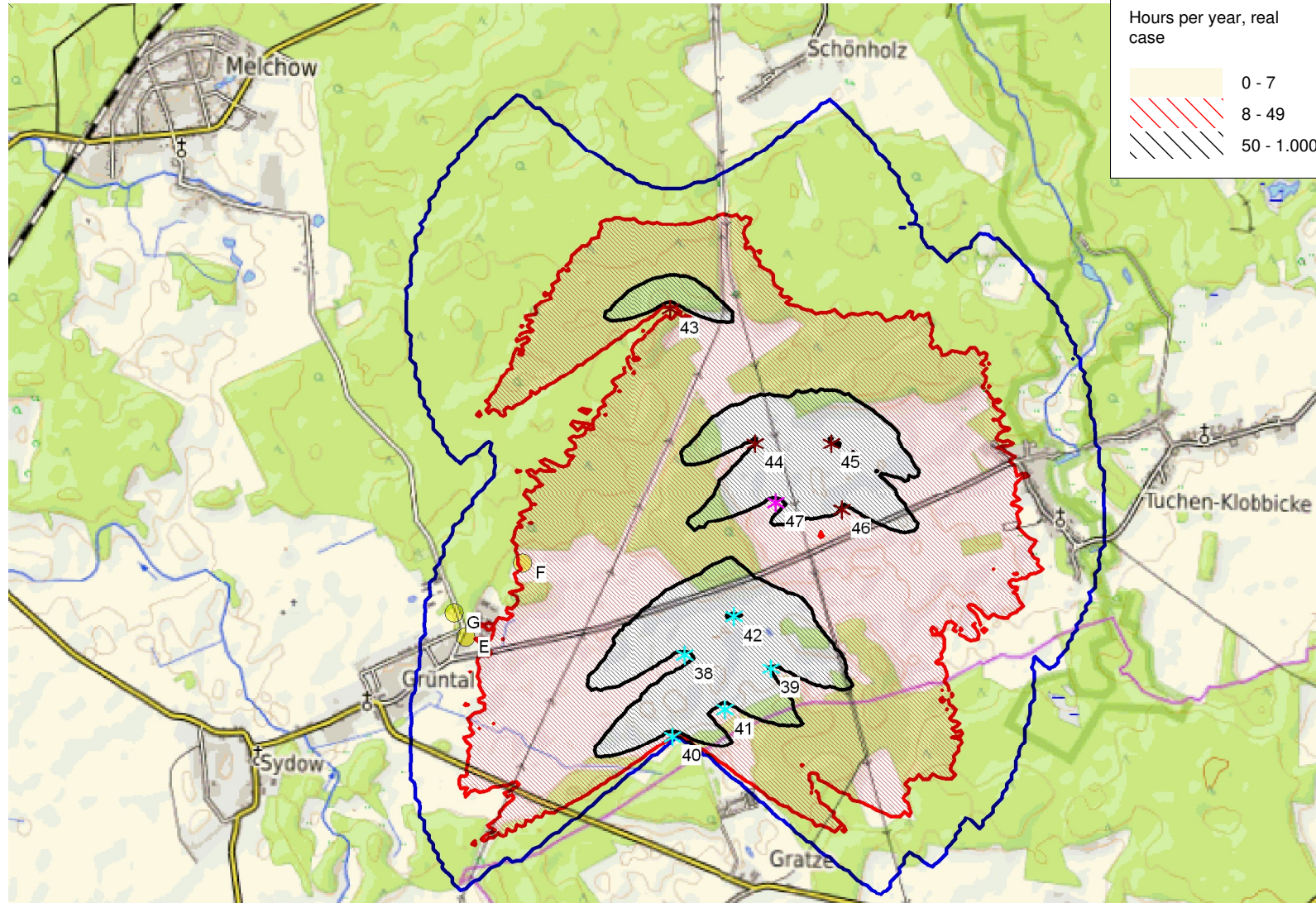
To be continued on next page...

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m  Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Printed/Page 26.05.2020 10:22 / 2  Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:22/2.7.490
---------------------------------	---	---

**SHADOW - Main Result****Calculation: Zusatzbelastung (real case)**

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
3	WEA 3 (W_03)	30:00	9:06
4	WEA 4 (W_04)	45:57	14:04
5	WEA 5 (W_05)	8:50	2:36



0 500 1000 1500 2000 m

Map: , Print scale 1:40.000, Map center ETRS 89 Zone: 33 East: 415.657 North: 5.846.102

\* Existing WTG

Shadow receptor

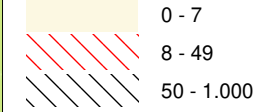
0

8

50

Isolines showing shadow in Hours per year, real case

Hours per year, real case



Project:

**Grüntal Nord**

Description:

Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:

NWind GmbH  
Haltenhoffstr. 50 A  
D-30167 Hannover

**SHADOW - Map**

Calculation:

Vorbelastung (real case)

Printed/Page

26.05.2020 10:35 / 1

Licensed user:

**MeteoServ GbR**

Spessartring 7

DE-61194 Niddatal

+49 6034 90 230 10

MeteoServ GbR / info@meteoserv.de

Calculated:

26.05.2020 10:34/2.7.490

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page 26.05.2020 10:34 / 1
Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover		Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:34/2.7.490

### SHADOW - Main Result

Calculation: Vorbelastung (real case)

#### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

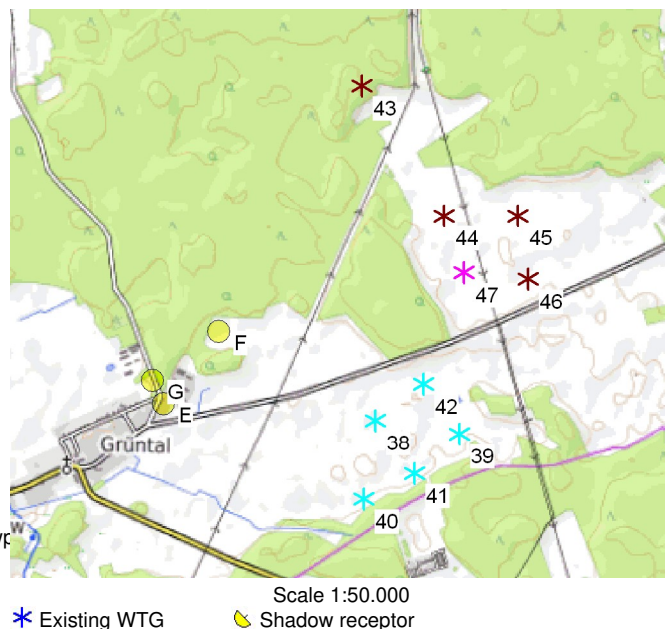
Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,70 2,50 3,80 6,10 7,30 7,60 7,00 7,00 5,70 3,60 2,00 1,40

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
489 446 428 560 560 734 787 909 1.189 1.399 691 568 8.760  
Idle start wind speed Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.wp

Obstacles used in calculation  
Eye height: 1,5 m  
Grid resolution: 10 m



#### WTGs

No.	ETRS 89 Zone: 33			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
	East	North	Z		Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM
38	415.766	5.844.799	70,0	WEA 38 (WPD 2)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
39	416.321	5.844.711	70,0	WEA 39 (WPD 3)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
40	415.688	5.844.276	70,0	WEA 40 (WPD 5)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
41	416.027	5.844.449	70,0	WEA 41 (WPD 6)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
42	416.085	5.845.044	70,0	WEA 42 (WPD 8)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
43	415.675	5.847.019	65,0	WEA 43 (EWE 1)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
44	416.220	5.846.157	70,0	WEA 44 (EWE 9)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
45	416.709	5.846.157	69,3	WEA 45 (EWE 10)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
46	416.778	5.845.735	70,0	WEA 46 (EWE 11)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
47	416.353	5.845.777	70,0	WEA 47 (UKA)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1

#### Shadow receptor-Input

No.	Name	ETRS 89 Zone: 33			Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z						
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	414.363	5.844.910	68,4	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	414.728	5.845.386	70,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	414.290	5.845.063	68,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

#### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	16:17	59	0:23	3:36	
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	70:02	238	0:28	13:24	
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	13:54	56	0:22	2:58	

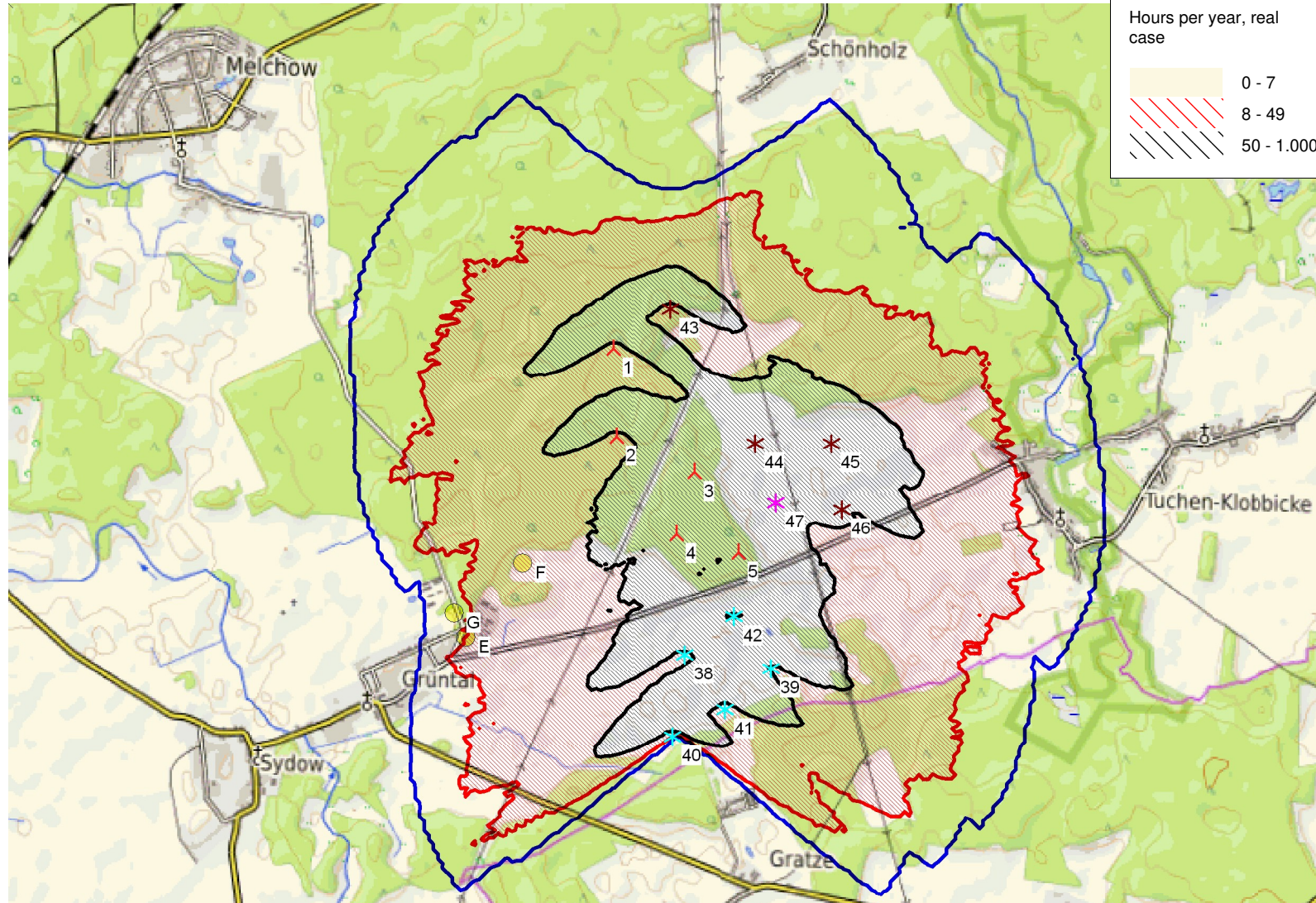
Project:	Description:	Printed/Page
<b>Grüntal Nord</b>	Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	26.05.2020 10:34 / 2
	Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de
		Calculated: 26.05.2020 10:34/2.7.490

## SHADOW - Main Result

### Calculation: Vorbelastung (real case)

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
38	WEA 38 (WPD 2)	28:45	6:19
39	WEA 39 (WPD 3)	0:00	0:00
40	WEA 40 (WPD 5)	35:48	5:08
41	WEA 41 (WPD 6)	7:53	1:10
42	WEA 42 (WPD 8)	8:12	1:49
43	WEA 43 (EWE 1)	0:00	0:00
44	WEA 44 (EWE 9)	12:00	3:37
45	WEA 45 (EWE 10)	0:00	0:00
46	WEA 46 (EWE 11)	0:00	0:00
47	WEA 47 (UKA)	6:19	1:54



Hours per year, real case

	0 - 7
	8 - 49
	50 - 1.000

Project:  
**Grünal Nord**

Description:  
 Planung "Windpark Grünal Nord" WEA 1-5 (W\_1-5):  
 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW,  
 Nabenhöhe: 131 m

Auftraggeber:  
 NWind GmbH  
 Haltenhoffstr. 50 A  
 D-30167 Hannover

**SHADOW - Map**  
 Calculation:  
 Gesamtbelastung (real case)

Printed/Page  
 26.05.2020 10:44 / 1

Licensed user:  
**MeteoServ GbR**  
 Spessartring 7  
 DE-61194 Niddatal  
 +49 6034 90 230 10  
 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de  
 Calculated:  
 26.05.2020 10:42/2.7.490

Map: , Print scale 1:40.000, Map center ETRS 89 Zone: 33 East: 415.657 North: 5.846.102

New WTG    
 Existing WTG    
 Shadow receptor

Isolines showing shadow in Hours per year, real case

0    
 8    
 50

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m	Printed/Page: 26.05.2020 10:43 / 1
Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover		Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:42/2.7.490

### SHADOW - Main Result

Calculation: Gesamtbelastung (real case)

#### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

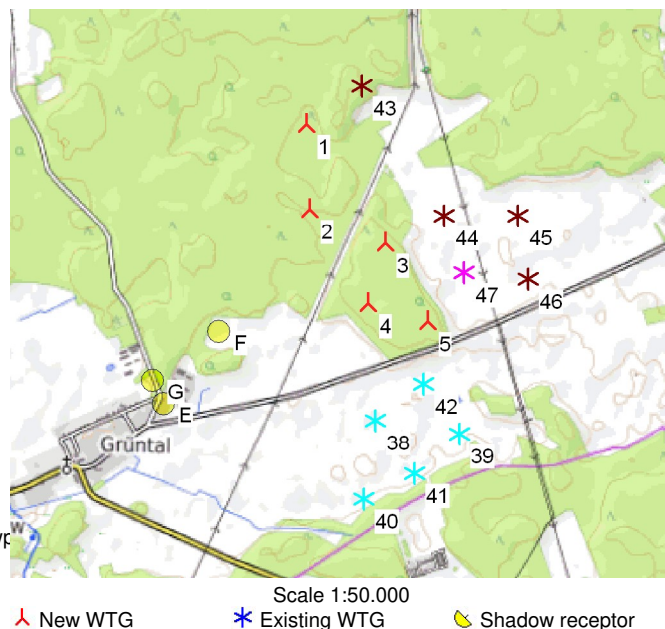
Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,70 2,50 3,80 6,10 7,30 7,60 7,00 7,00 5,70 3,60 2,00 1,40

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
489 446 428 560 560 734 787 909 1.189 1.399 691 568 8.760  
Idle start wind speed Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.wp

Obstacles used in calculation  
Eye height: 1,5 m  
Grid resolution: 10 m



#### WTGs

ETRS 89 Zone: 33				WTG type				Shadow data			
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
ETRS 89 Zone: 33 [m]											
1	415.312	5.846.766	65,0 WEA 1 (W_01)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
2	415.333	5.846.199	66,6 WEA 2 (W_02)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
3	415.833	5.845.974	70,0 WEA 3 (W_03)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
4	415.718	5.845.576	70,0 WEA 4 (W_04)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
5	416.114	5.845.455	70,0 WEA 5 (W_05)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
38	415.766	5.844.799	70,0 WEA 38 (WPD 2)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
39	416.321	5.844.711	70,0 WEA 39 (WPD 3)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
40	415.688	5.844.276	70,0 WEA 40 (WPD 5)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
41	416.027	5.844.449	70,0 WEA 41 (WPD 6)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
42	416.085	5.845.044	70,0 WEA 42 (WPD 8)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
43	415.675	5.847.019	65,0 WEA 43 (EWE 1)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
44	416.220	5.846.157	70,0 WEA 44 (EWE 9)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
45	416.709	5.846.157	69,3 WEA 45 (EWE 10)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
46	416.778	5.845.735	70,0 WEA 46 (EWE 11)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1
47	416.353	5.845.777	70,0 WEA 47 (UKA)	Yes	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	131,0	1.681	11,1

#### Shadow receptor-Input

No.	Name	ETRS 89 Zone: 33		Z	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North							
E IO E	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	414.363	5.844.910	68,4	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	414.728	5.845.386	70,0	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"
G IO G	Am Postweg 2 - Grüntal	414.290	5.845.063	68,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	"Green house mode"

Project: <b>Grüntal Nord</b>	Description: Planung "Windpark Grüntal Nord" WEA 1-5 (W_1-5): 5x Enercon E-138 EP3 E2 / 4,2 MW, Nabenhöhe: 131 m  Auftraggeber: NWind GmbH Haltenhoffstr. 50 A D-30167 Hannover	Printed/Page 26.05.2020 10:43 / 2  Licensed user: <b>MeteoServ GbR</b> Spessartring 7 DE-61194 Niddatal +49 6034 90 230 10 MeteoServ GbR / info@meteoserv.de Calculated: 26.05.2020 10:42/2.7.490
---------------------------------	---	---

**SHADOW - Main Result****Calculation:** Gesamtbelastung (real case)**Calculation Results**

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
E IO E -	Schönholzer Str. 6 - Grüntal	31:43	116	0:23	8:15
F IO F	Schönholzer Str. 5 - Grüntal	114:43	317	0:42	26:47
G IO G -	Am Postweg 2 - Grüntal	23:56	94	0:22	6:04

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	WEA 1 (W_01)	0:00	0:00
2	WEA 2 (W_02)	0:00	0:00
3	WEA 3 (W_03)	30:00	9:06
4	WEA 4 (W_04)	45:57	14:03
5	WEA 5 (W_05)	8:50	2:36
38	WEA 38 (WPD 2)	28:45	6:19
39	WEA 39 (WPD 3)	0:00	0:00
40	WEA 40 (WPD 5)	35:48	5:08
41	WEA 41 (WPD 6)	7:53	1:10
42	WEA 42 (WPD 8)	8:12	1:49
43	WEA 43 (EWE 1)	0:00	0:00
44	WEA 44 (EWE 9)	12:00	3:37
45	WEA 45 (EWE 10)	0:00	0:00
46	WEA 46 (EWE 11)	0:00	0:00
47	WEA 47 (UKA)	6:19	1:54