

# **Gutachten zur Bewertung der Blendwirkung durch Reflexion an den Modulen der PV- Freiflächenanlage Lehnstedt**

Vorhabenträger:

Solarpark Lehnstedt GmbH & Co.KG

Juli 2023





# Gutachten zur Bewertung der Blendwirkung durch Reflexion an den Modulen der PV-Freiflächenanlage Lehnstedt

## Erstellt für:

Solarpark Lehnstedt GmbH & Co. KG

Geschäftsführung: Dr. Mark-Oliver Otto, Tanja Mado / HRA 204795 / Amtsgericht Tostedt

Birkenweg 9

21258 Heidenau

## Erstellt durch:

 **EE-Plan GmbH**

Geschäftsführer: Ulf Larschow / HRB 207 882 / AG Tostedt

Grenzstraße 18 / 27474 Cuxhaven

+49 4721 31 093 50 / [info@ee-plan.de](mailto:info@ee-plan.de) / [www.ee-plan.de](http://www.ee-plan.de)

## Inhalt

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Geographische Lage .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Planungsstand der PV-Anlage.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Methodik der Reflexionsberechnung.....</b>	<b>3</b>
<b>5. Immissionspunkte und Blendpunkte .....</b>	<b>4</b>
<b>6. Ergebnisse der Modellierung .....</b>	<b>6</b>
6.1. Sonnengang am Standort Lehnstedt .....	6
6.2. Astronomisch maximal mögliche Blendwirkung .....	7
<b>7. Bewertung und Diskussion .....</b>	<b>8</b>
<b>8. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>10</b>



## 1. Einleitung

Der Vorhabenträger plant eine PV-Freiflächenanlage nahe der Ortschaft Lehnstedt zu errichten. Im folgenden Gutachten wird die Beeinträchtigung der Umgebung untersucht, die durch Reflexion direkter Sonneneinstrahlung an den Solarmodulen verursacht werden kann. Insbesondere wird ein möglicher Einfluss auf die Autobahn A 27, sowie die kreuzende Hesternstraße K48 untersucht, die direkt an dem geplanten Standort vorbeiführen.

## 2. Geographische Lage

Das Projektgebiet befindet sich nördlich von Bremen zwischen Uthlede und Lehnstedt, westlich der Autobahn A 27. Der Standort liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Hagen im Bremischen im Landkreis Cuxhaven. Naturräumlich gehört er zu den Wesermarschen, die sich von Bremen im Süden bis zur Nordseeküste zwischen Weserästuar und Jadebusen erstrecken. Unmittelbar östlich angrenzend beginnt die Stader Geest, deren östlichster Teil als Wesermündung Geest bezeichnet wird. Die Gegend weist ein sehr flaches Relief auf, das nur durch die zahlreichen Entwässerungskanäle im Marschland unterbrochen wird. Der Standort der PV-Anlage selber befindet sich ebenfalls bereits in den Wesermarschen, die hier Geländehöhen von 1 m bis 3,5 m NN aufweisen. Direkt nördlich und östlich steigt das Gelände leicht an bis auf die Ebene der Stader Geest, die auf etwa 20 m NN liegt. Unmittelbar östlich des Standortes verläuft die Autobahn A 27 in Nord-Süd-Richtung. Diese wird von der Hesternstraße, (Kreisstraße K48) zwischen den Ortsteilen Uthlede und Lehnstedt in Ost-West-Richtung überquert (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Planungsstand der PV-Freiflächenanlage Lehnstedt Juli 2023

### 3. Planungsstand der PV-Anlage

Westlich der Ortschaft Lehnstedt ist eine PV-Anlage auf einer Fläche von knapp 34 Hektar geplant. Dabei werden Module mit Maßen von 2,465 m x 1,134 m auf Verbundsystemen mit einer Dimension von 24 x 3 oder 8 x 3 Modulen in einem Winkel von 15° aufgeständert. Dabei werden die Verbundsysteme reihenweise in einem Reihenabstand von etwa 2,3m aufgestellt (Abb. 1, Planungsstand Juli 2023). Die Koordinaten des Standortes sowie die Geländehöhe sind in Tabelle 1 aufgelistet.

*Tabelle 1: Koordinaten (WGS 84) und Geländehöhe des zur Berechnung des Sonnenstandes genutzten Punktes.*

Nr	Bezeichnung	Geogr. Länge	Geogr. Breite	Höhe (m NN)
1	PVFF Lehnstedt	8,6170	53,3102	2,9

### 4. Methodik der Reflexionsberechnung

Das vorliegende Gutachten folgt den Hinweisen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) zur Beurteilung der Blendwirkung von Freiflächen-PV-Anlagen (LAI, 2012) und darin insbesondere den in Anhang 2 formulierten Vorgaben (vgl. auch Schierz, 2012). Im Einzelnen wird von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

- Das Strahlungsfeld der Sonne ist homogen mit ebener Wellenfront und paralleler Ausbreitungsrichtung aller Lichtstrahlen.
- Die Module sind ideal verspiegelt, d.h. Absorption und Transmission an den Moduloberflächen werden nicht berücksichtigt.
- Wolkenbedeckung und Witterungsverhältnisse bleiben unberücksichtigt, so dass die Berechnung die astronomisch maximal mögliche Reflexion ergibt.
- Der Winkel zwischen der Blickrichtung zu den Modulen und der einfallenden Sonnenstrahlung beträgt mehr als 10°, da sonst der direkte Blick in die Sonne die Blendwirkung überlagert.

In diesem Gutachten bleibt auch die Auswirkung der Vegetation im Modell unberücksichtigt und wird nur in der Auswertung kurz diskutiert. Zur Ermittlung der Zeiträume, zu denen in einem Immissionspunkt eine blendende Reflexion auftreten kann, wird in Minutenschritten durch einen ganzen Jahresgang für jedes Modul und für jeden Immissionspunkt das Reflexionsgesetz („Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel“) geprüft. Dem Sonnengang wurde das Jahr 2023 zugrunde gelegt, er sollte sich aber mit geringen Abweichungen auf andere Jahre übertragen lassen.



## 5. Immissionspunkte und Blendpunkte

Sämtliche Immissionspunkte wurden entlang der Autobahn A 27 (IP 01 – IP 07), der kreuzenden Hesternstraße (K48, IP 08 – IP 12), sowie der Auffahrten der Autobahn A 27 (IP 13 – IP 14) gesetzt (siehe Abb. 2). Die genauen Lokationen und Geländehöhen der Immissionspunkte sind in Tabelle 2 aufgelistet.

*Tabelle 2: Koordinaten (ETRS89 UTM-Zone 32) und Geländehöhen der betrachteten Immissionspunkte.*

Nr	Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe (m NN)
1	IP 01	474611	5906354	6,17
2	IP 02	474614	5906501	5,17
3	IP 03	474625	5906721	3,98
4	IP 04	474645	5906946	3,33
5	IP 05	474667	5907157	2,94
6	IP 06	474688	5907368	3,25
7	IP 07	474704	5907578	3,72
8	IP 08	474659	5906683	10,43
9	IP 09	474795	5906634	8,66
10	IP 10	473883	5906725	2,77
11	IP 11	474126	5906725	3,40
12	IP 12	474373	5906723	6,22
13	IP 13	474527	5906576	5,54
14	IP 14	474706	5906838	5,27

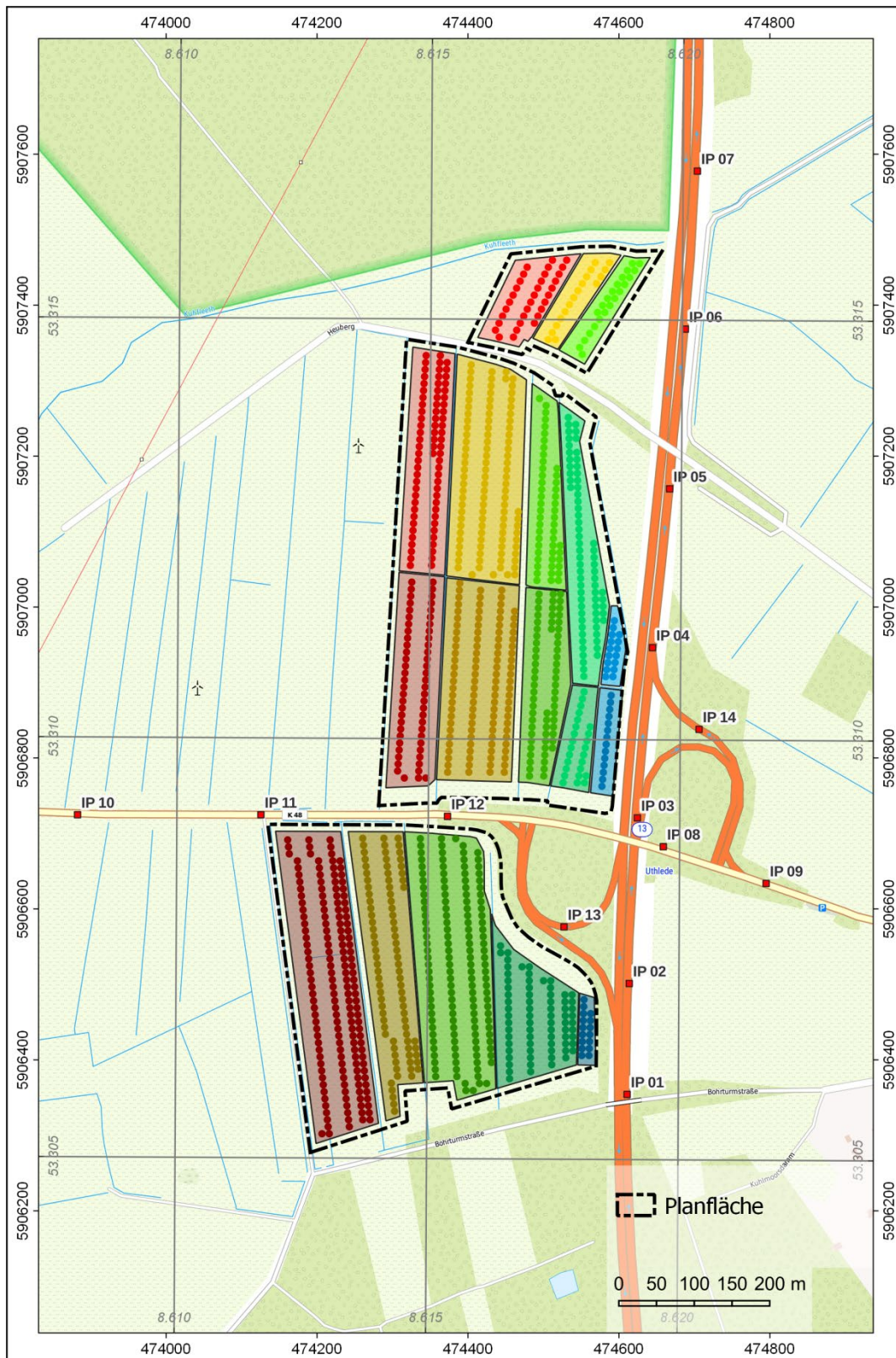


Abb. 2: Übersichtskarte des Standortes mit den berücksichtigten Blendpunkten und den betrachteten Immissionspunkten

Die Blendpunkte orientieren sich an dem Planungstand der PV-Anlage im Mai 2023. Allerdings wird aufgrund der Größe der Anlage nicht die Blendwirkung jedes einzelnen PV-Moduls berechnet sondern in Absprache mit dem Auftraggeber eine Punktverteilung über die

gesamte Planfläche betrachtet, die die Höhe und Orientierung der PV-Module repräsentativ abbildet (Abb. 2).

## 6. Ergebnisse der Modellierung

Die Ergebnisse der Reflexionsberechnung für die geplante PV-Anlage können der Tabelle 3 sowie der Anlage A entnommen werden.

In der Anlage A sind für jeden Immissionspunkt der Beginn und das Ende der möglichen Blendung dargestellt. Außerdem zeigt die Anlage die Lage des Immissionspunktes, den nicht sichtbaren Bereich der Anlage (grauer Schatten) und die Blendpunkte wo eine mögliche Reflexion auftreten kann.

### 6.1. Sonnengang am Standort Lehnstedt

Der Sonnengang wurde für die geographische Position des Standortes mit den Koordinaten 8,6170° östlicher Länge und 53,3102° nördlicher Breite mit einer zeitlichen Schrittweite von einer Minute modelliert. Entsprechend der geographischen Länge von ca. 8,6° ist der Höchststand der Sonne gegenüber der Mittagsstunde (12:00 Uhr) um ca. 25 min verschoben (Abb. 3). Die maximale Altitude von ca. 60° ist der Grund, warum im südlicher Richtung der Anlage keine Reflexionen auftreten können, weil die Sonnenstrahlung bei einer Aufständerung von 15° in jedem Fall nach oben reflektiert wird und nicht in Richtung der Umgebung. Daher ist an den Immissionspunkten vor allem in Ost-West-Richtung Anlage mit Beeinträchtigungen zu rechnen.

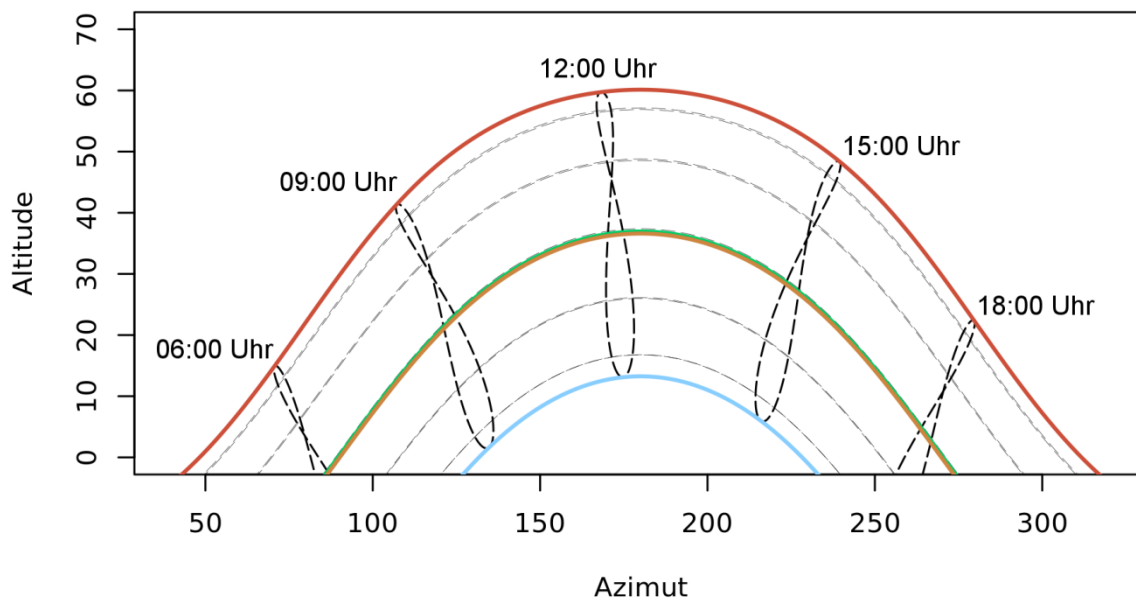


Abb. 3: Sonnengang mit den extremen Tagesgängen vom 21.12. (blau, unten) und 21.06. (rot, oben) und den Äquinoktien am 21.03. (grün) und 23.09. (gelb) in der Mitte

## 6.2. Astronomisch maximal mögliche Blendwirkung

An dem Immissionspunkt IP 07 kann es zu keinem Zeitpunkt im Jahr zu einer blendenden Reflexion auf den PV-Modulen der geplanten Anlage kommen. An allen anderen Punkten treten zwischen März und Oktober entweder am Morgen zwischen 05:16 Uhr und 07:06 Uhr (IP 10, 11 und 12) oder am Abend zwischen 17:30 Uhr und 19:35 Uhr mitteleuropäischer Zeit (an den Immissionspunkten 1-6, 8, 9, 12-14, ohne Berücksichtigung der Sommerzeit) zu einer möglichen Reflexion der Sonnenstrahlung kommen (Abb. 4), die als Blendung wahrgenommen werden kann.

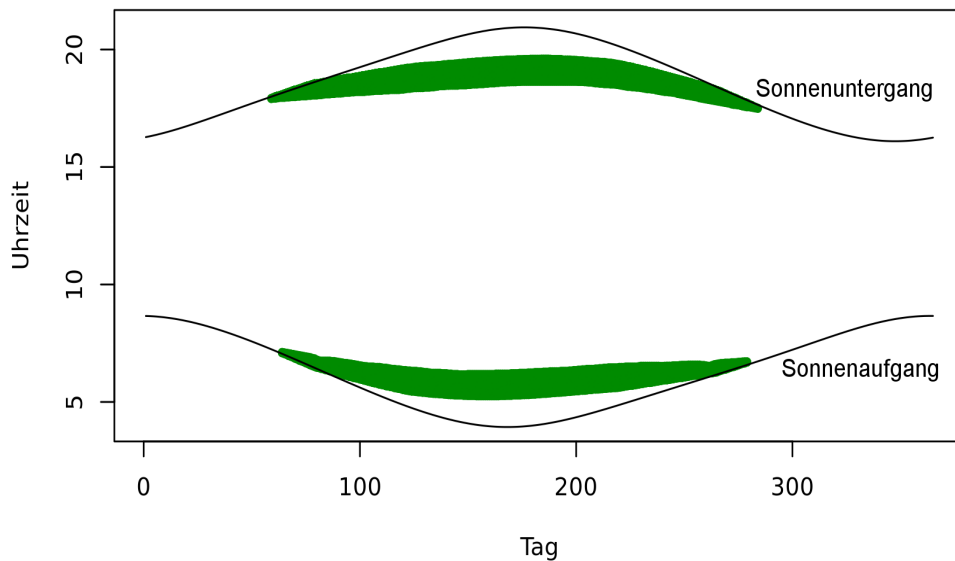


Abb. 4: Diagramm der möglichen Blendereignisse im Verlaufe eines Jahres und des jeweiligen Tages

Tabelle 3: Zusammenfassung der Ergebnisse der Reflexionsberechnung

Immissionspunkt	Tage im Jahr	Stunden im Jahr	Minuten pro Tag
IP 01	219	148	54
IP 02	222	141	50
IP 03	204	124	50
IP 04	215	133	50
IP 05	217	135	49
IP 06	220	139	50
IP 08	218	131	51
IP 09	221	137	50
IP 10	216	132	49
IP 11	209	127	50
IP 12	182	118	51
IP 13	224	143	50
IP 14	221	142	51

## 7. Bewertung und Diskussion

Nach den Hinweisen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz gilt in Analogie zu der Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen eine kritische Grenze von 30 min am Tag oder 30 Stunden pro Jahr für die astronomisch maximal mögliche Dauer der Blendung durch Reflexion, ab der eine erhebliche Belästigung vorliegt (LAI, 2012). Diese Zeiten werden bei den Berechnungen überschritten (siehe Tabelle 3). Jedoch gelten diese Zeiten für Wohngebäude, die in diesem Gutachten nicht Gegenstand der Untersuchung sind und daher als Grundlage für eine Bewertung nur eingeschränkt verwendbar sind.

Für das vorliegende Projekt wird daher ausschließlich die Situation im Straßenverkehr näher beleuchtet, um eine relevante Einschätzung einer möglichen Beeinträchtigung des Straßenverkehrs durch Reflexion darzustellen. Die Immissionspunkte IP 01 bis 07 zeichnen den Verlauf der A 27 nach. Durch den relativ geringen Neigungswinkel der PV-Module treten die Reflexion nur bei einem tiefen Sonnenstand auf. Die Blickrichtung der Autofahrer ist entsprechend der Richtung des Straßenverlaufes nach Norden gerichtet. Sie bildet dann einen Winkel von  $55^\circ$  bis  $105^\circ$  mit der Richtung aus der die Reflexion kommt. Berücksichtigt man, dass ab einem Winkel von  $20^\circ$  die Blendwirkung einer Lichtquelle deutlich abnimmt (Takahashi et al., 2007), wird eine Reflexion als unkritisch eingeschätzt.

Die im südlichen Abschnitt der PV-Anlage verlaufenden Kreisstraße K 48 wird durch die Immissionspunkte IP 08 bis IP 12 repräsentiert. In diesen Fällen ist die Blickrichtung der Fahrer gegen die Reflexion gerichtet. Hier kann eine Beeinträchtigung des Straßenverkehrs nicht ausgeschlossen werden. Die existierende Vegetation verhindert weitgehend die Blendwirkung mit Blickrichtung nach Westen und sollte zu diesem Zweck weiter gepflegt werden. Um eine Blendwirkung für IP10 und 11 in Richtung Osten auszuschließen sollte ein Sichtschutzaun (ca. 2,65 m hoch) errichtet werden, der an der Westseite der Anlage für ca. 200 m nach Norden verläuft (siehe Abb. 5).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Blendwirkung durch die geplante PV-Anlage unkritisch ist und für die Kreisstraße K48 durch Maßnahmen verhindert werden kann. Der Zeitraum in dem die Reflexionen auftreten können, deckt sich weitgehend mit der Vegetationsperiode während des Sommerhalbjahres. Durch einen geeigneten Sichtschutz kann die störende Wirkung der Reflexion verhindert werden. Von Mitte Oktober bis Anfang März können aus geometrischen Gründen keine Reflexionen auftreten.

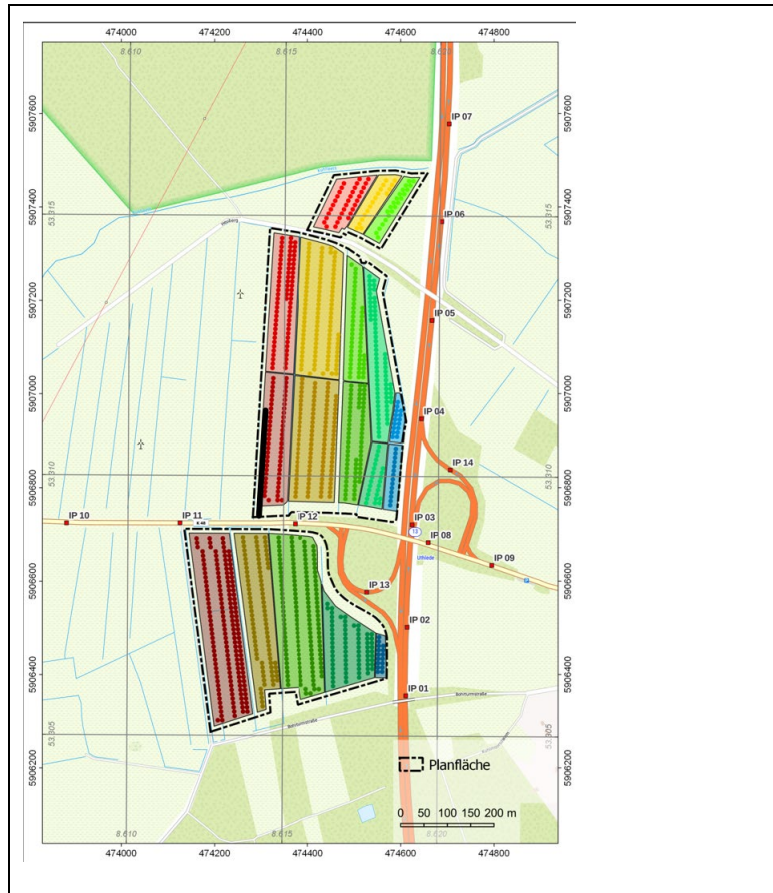


Abb. 5: Skizze der vorgeschlagenen Maßnahme entlang der Kreisstraße

## 8. Literaturverzeichnis

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI, 2012). *Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen*. – 28 S., Berlin/München.

Schierz, C. (2012): Über die Blendbewertung von reflektierendem Sonnenlicht bei Solaranlagen. Ilmenau: *TU Ilmenau, FG Lichttechnik*.

Takahashi, H. Kobayashi, Y., Onda, S., Irikura, T. (2007): Position Index for the matrix light source. – *Journal of Light & Visual Environment*, **31(3)**, 128-133

# **ANHANG A**

## **Blendgutachten Solarpark Lehnstedt**

- 1 - Fotodokumentation**
- 2 - Ergebnisse der Berechnungen pro Immissionspunkt**



## 1. Fotodokumentation des Standortes

Die Fotos wurden durch den Auftraggeber bereitgestellt



Immissionspunkt 01, Blick Richtung Nordwest



Immissionspunkt 08, Blick Richtung Nordwest.



Immissionspunkt 09, Blick Richtung Nordwest



Immissionspunkt 11, Blick Richtung Nordost



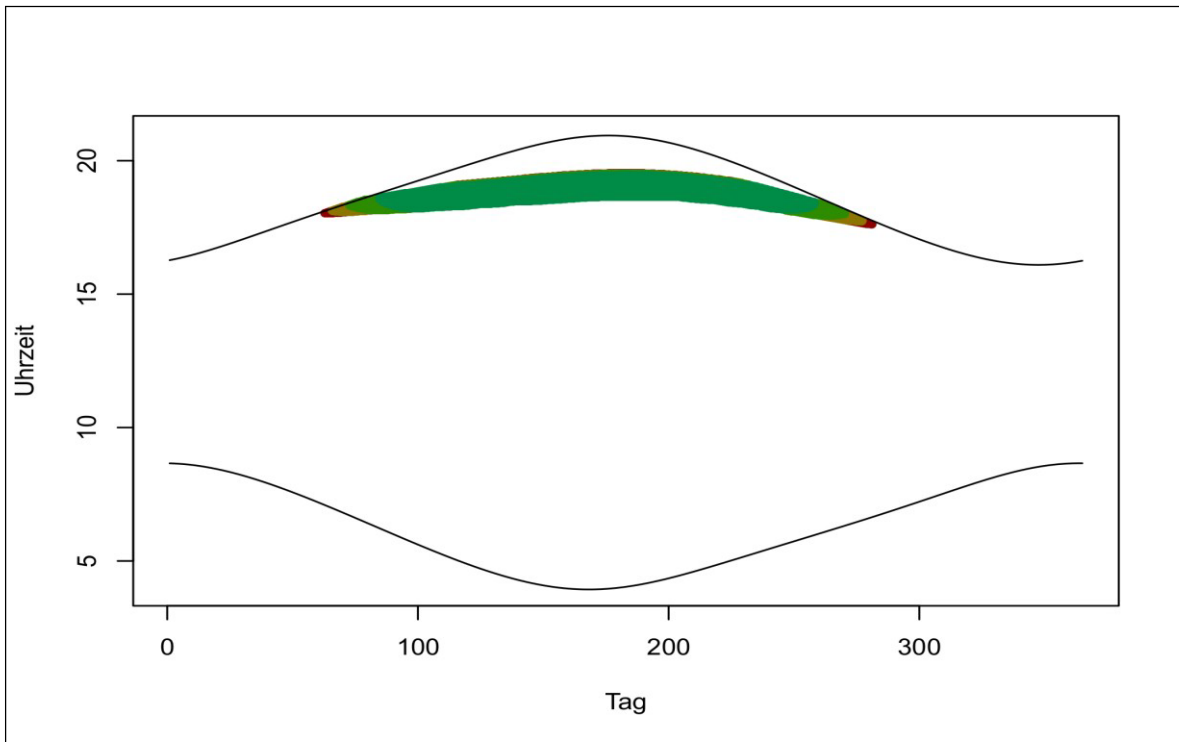
Immissionspunkt 12, Blick Richtung Norden

## **2. Ergebnisse der Berechnungen pro Immissionspunkt**

Es sind für jeden Immissionspunkt der Beginn und das Ende der möglichen Blendung dargestellt sowie die Lage des Immissionspunktes, den nicht sichtbaren Bereich der Anlage (grauer Schatten) und die Blendpunkte, wo eine mögliche Reflexion auftreten kann.

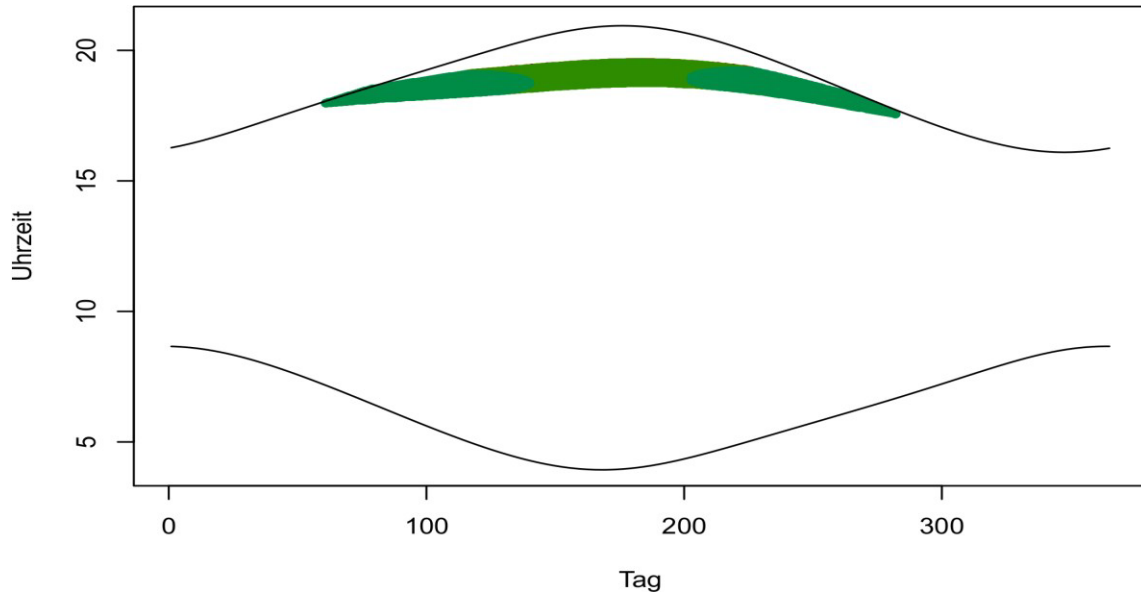
### IMMISSIONSPUNKT 01

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 01	474611	5906354	6,17	05.03.2023	09.10.2023	17:37:00	19:32:00



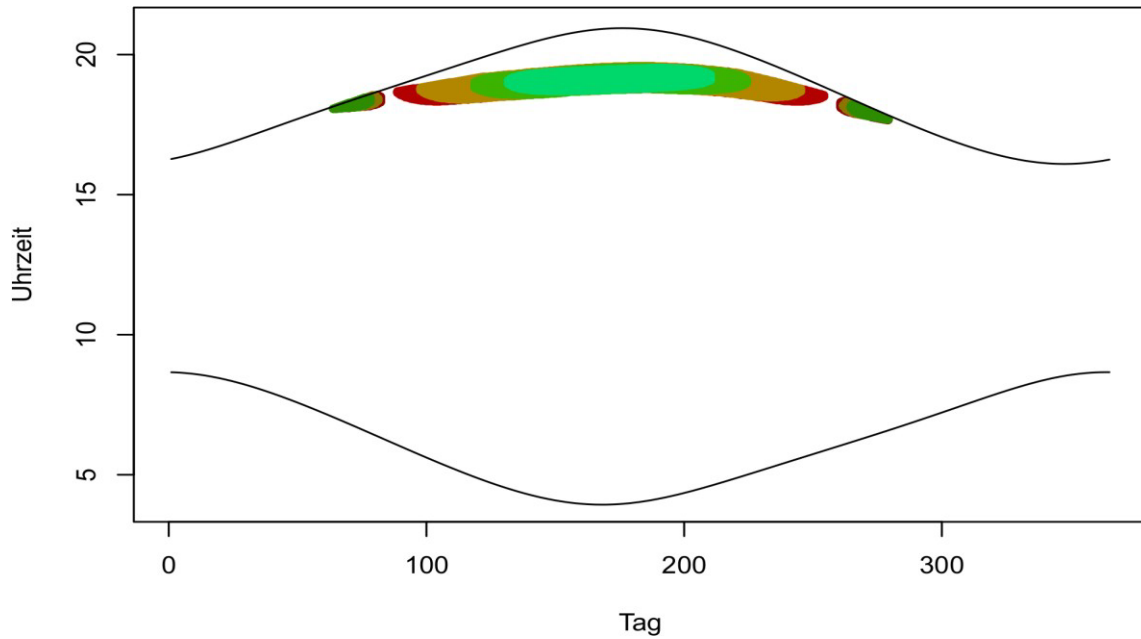
### IMMISSIONSPUNKT 02

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 01	474611	5906354	6,17	05.03.2023	09.10.2023	17:37:00	19:32:00
IP 02	474614	5906501	5,17	03.03.2023	10.10.2023	17:33:00	19:33:00



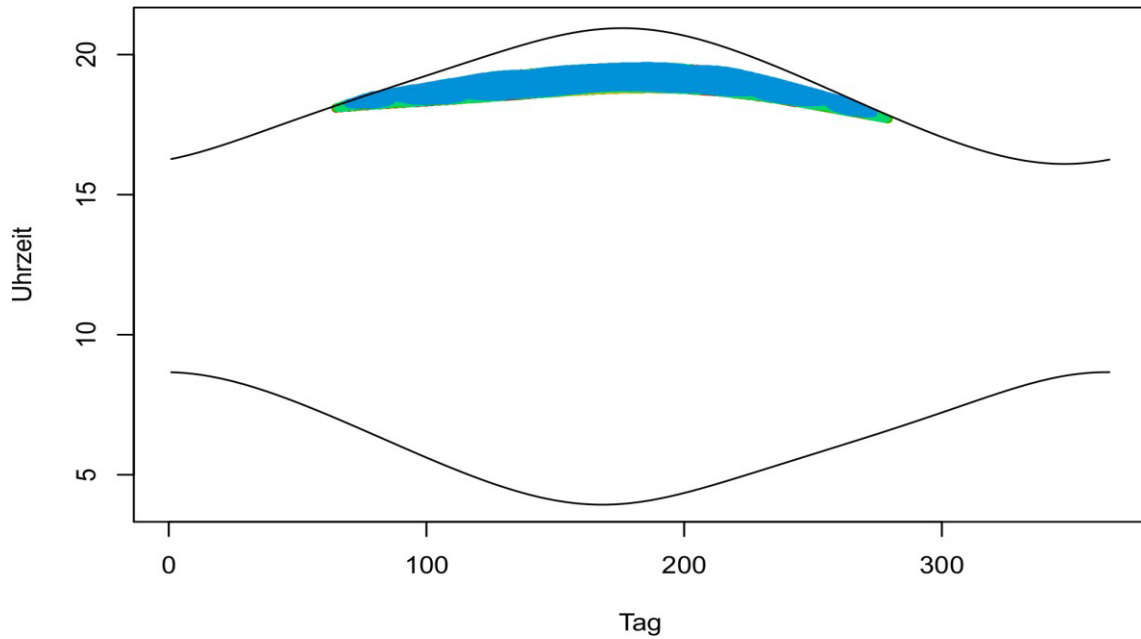
### IMMISSIONSPUNKT 03

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 03	474625	5906721	3,98	06.03.2023	07.10.2023	17:40:00	19:35:00



### IMMISSIONSPUNKT 04

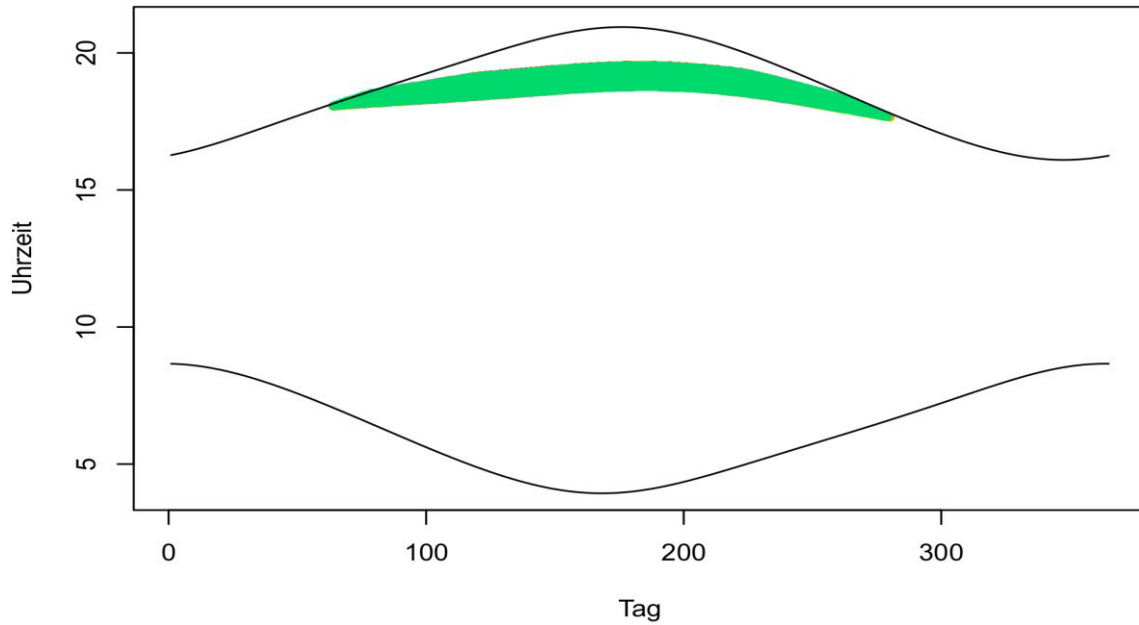
Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 04	474645	5906946	3,33	07.03.2023	07.10.2023	17:42:00	19:35:00





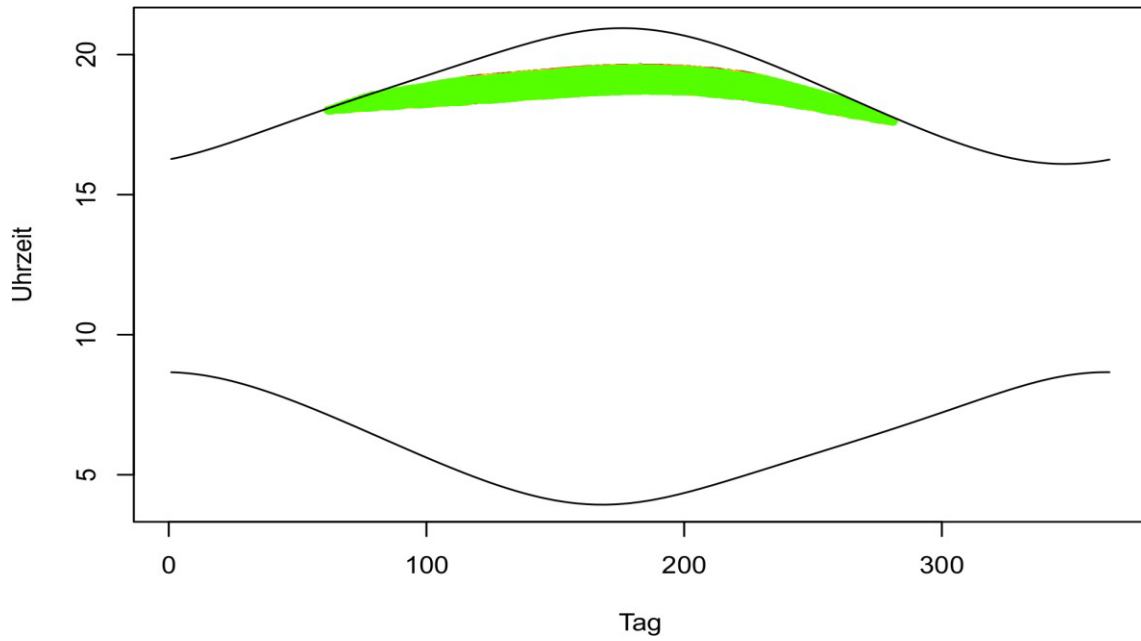
### IMMISSIONSPUNKT 05

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 05	474667	5907157	2,94	06.03.2023	08.10.2023	17:39:00	19:33:00



### IMMISSIONSPUNKT 06

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 06	474688	5907368	3,25	04.03.2023	09.10.2023	17:37:00	19:32:00

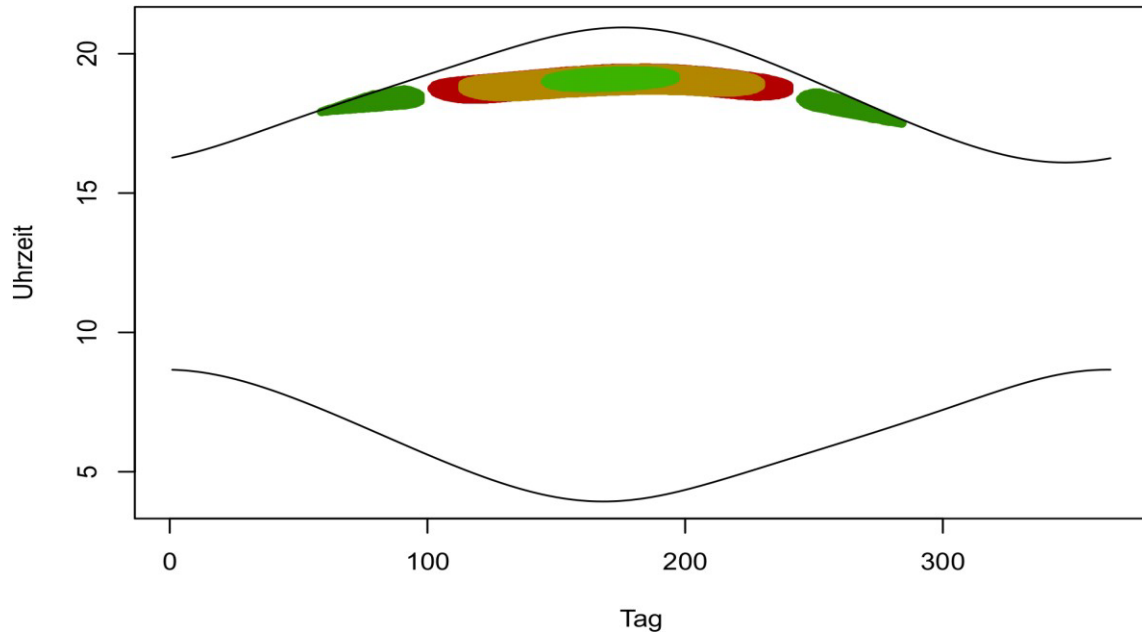


**IMMISSIONSPUNKT 07**

<b>Immissionspunkt</b>	<b>Ostwert</b>	<b>Nordwert</b>	<b>Höhe</b>	<b>Beginn</b>	<b>Ende</b>	<b>von</b>	<b>bis</b>
IP 07	474704	5907578	3,72	-	-	-	-

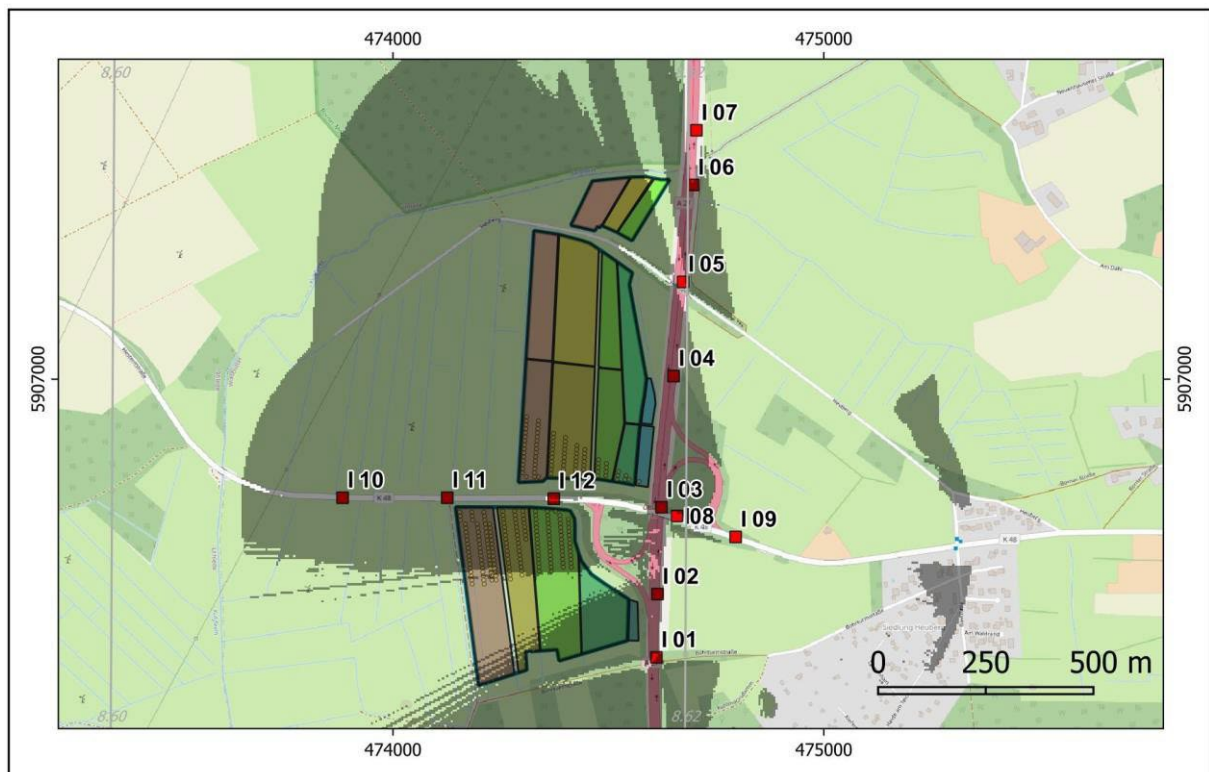
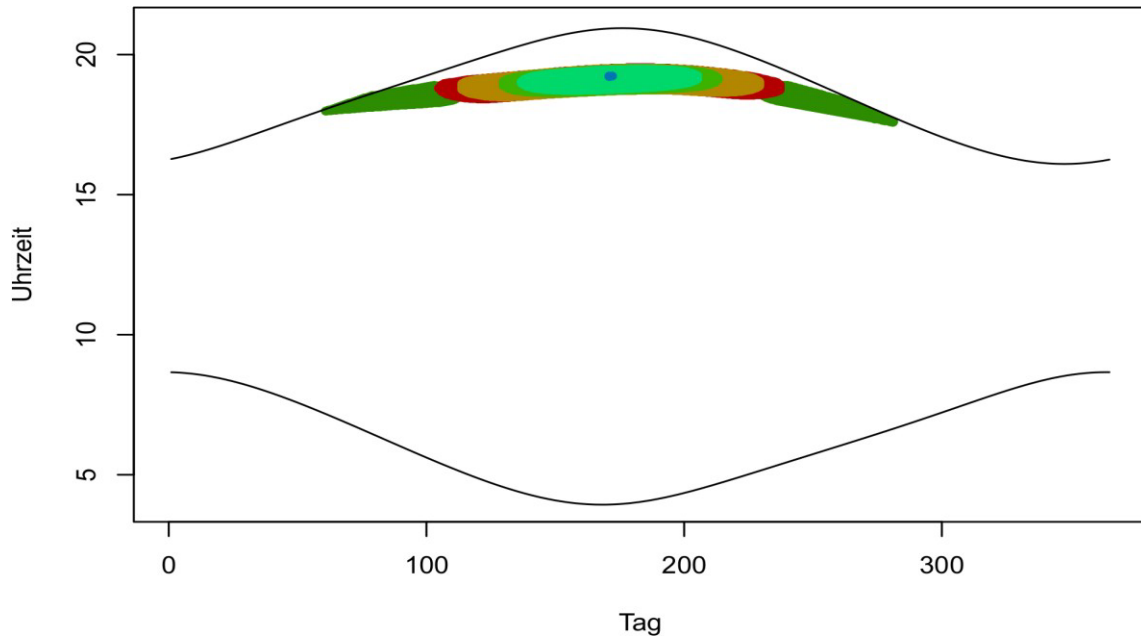
### IMMISSIONSPUNKT 08

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 08	474659	5906683	10,43	01.03.2023	12.10.2023	17:30:00	19:30:00



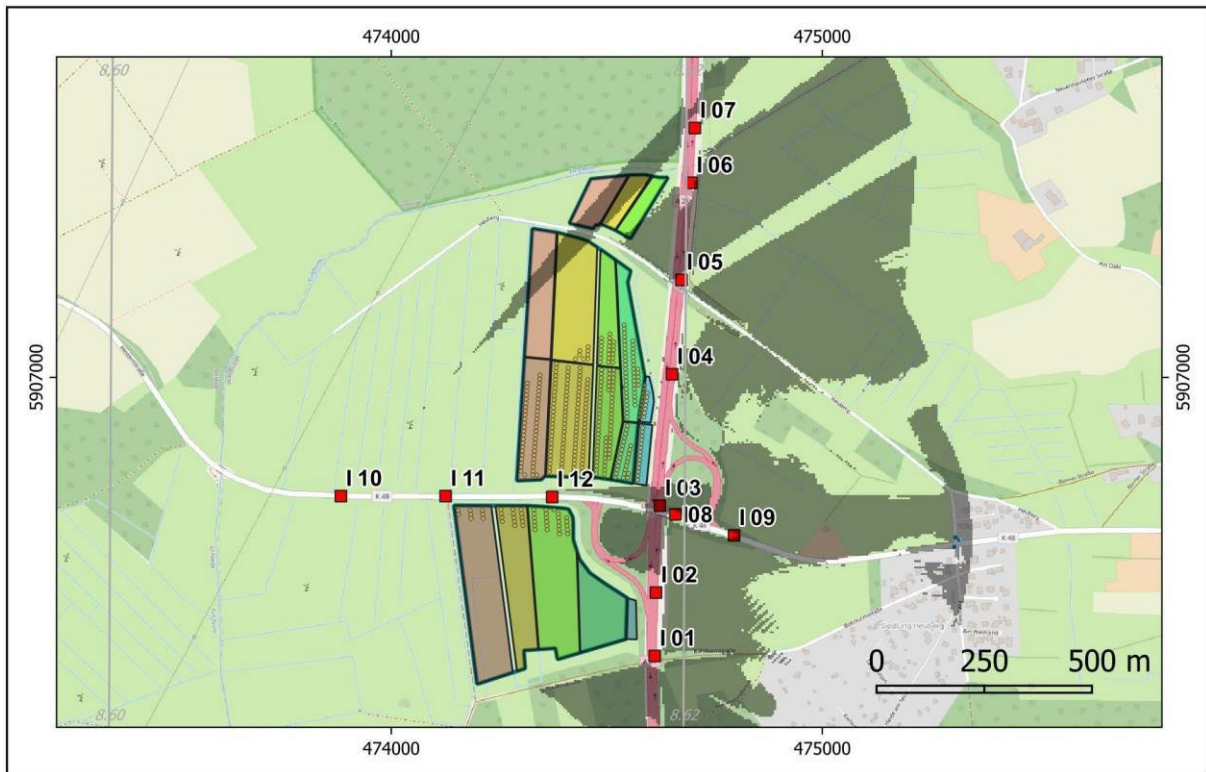
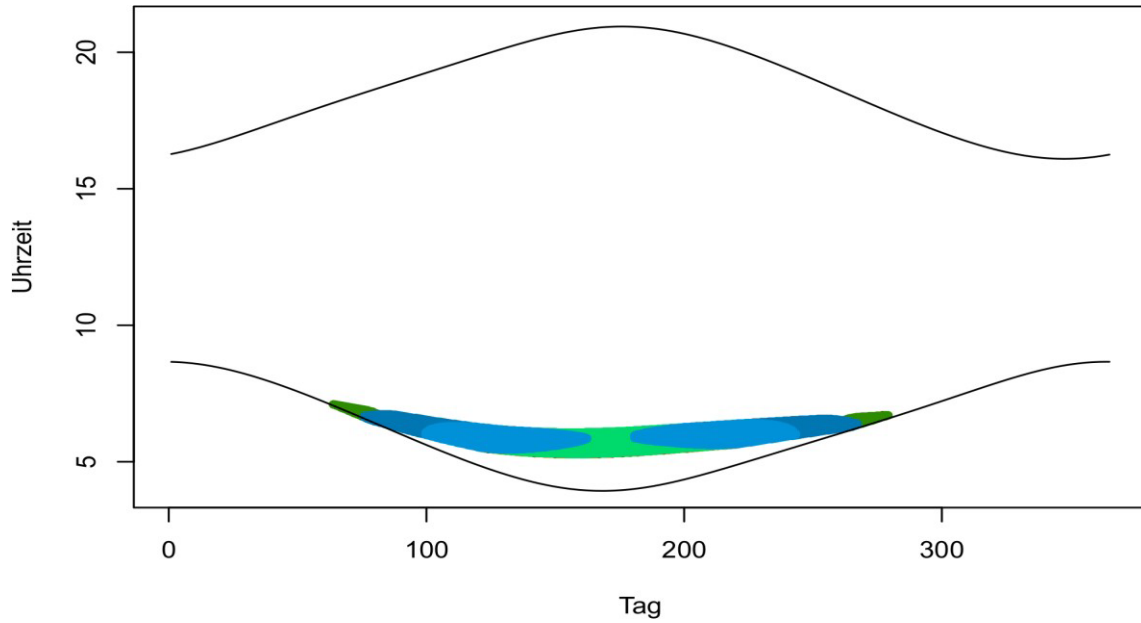
### IMMISSIONSPUNKT 09

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 09	474795	5906634	8,66	03.03.2023	09.10.2023	17:35:00	19:32:00



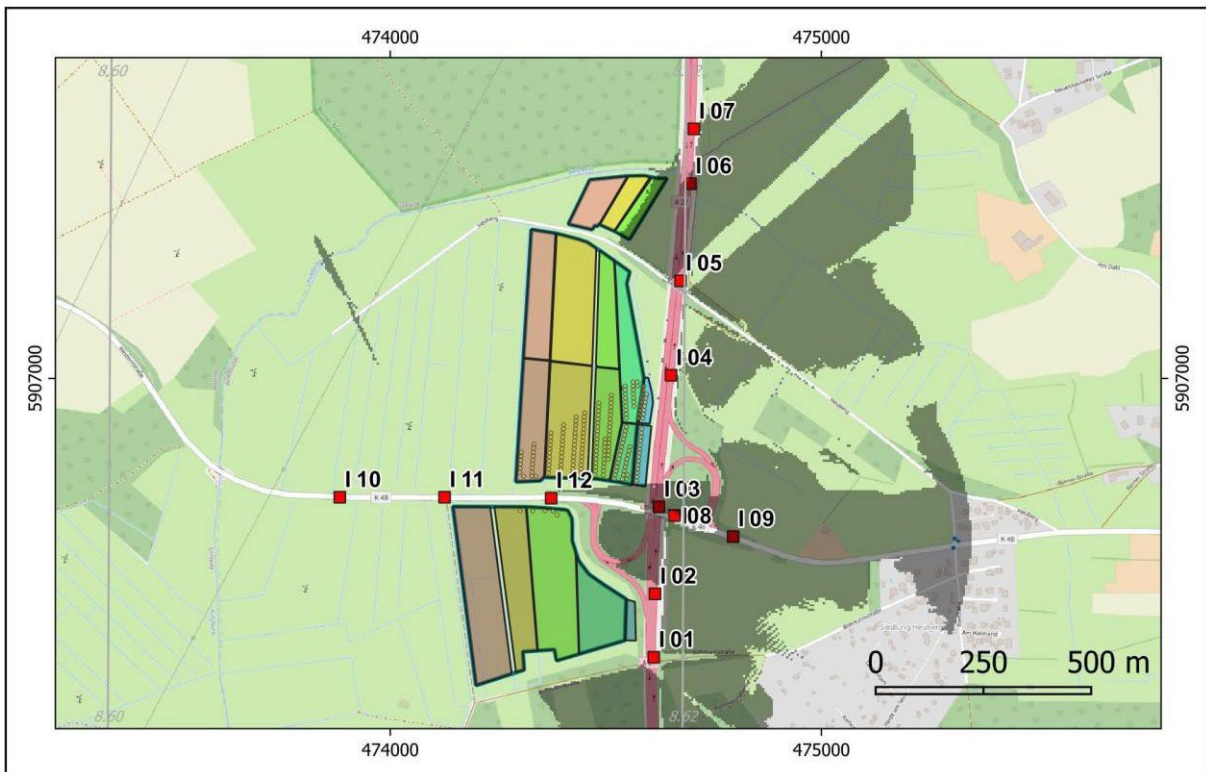
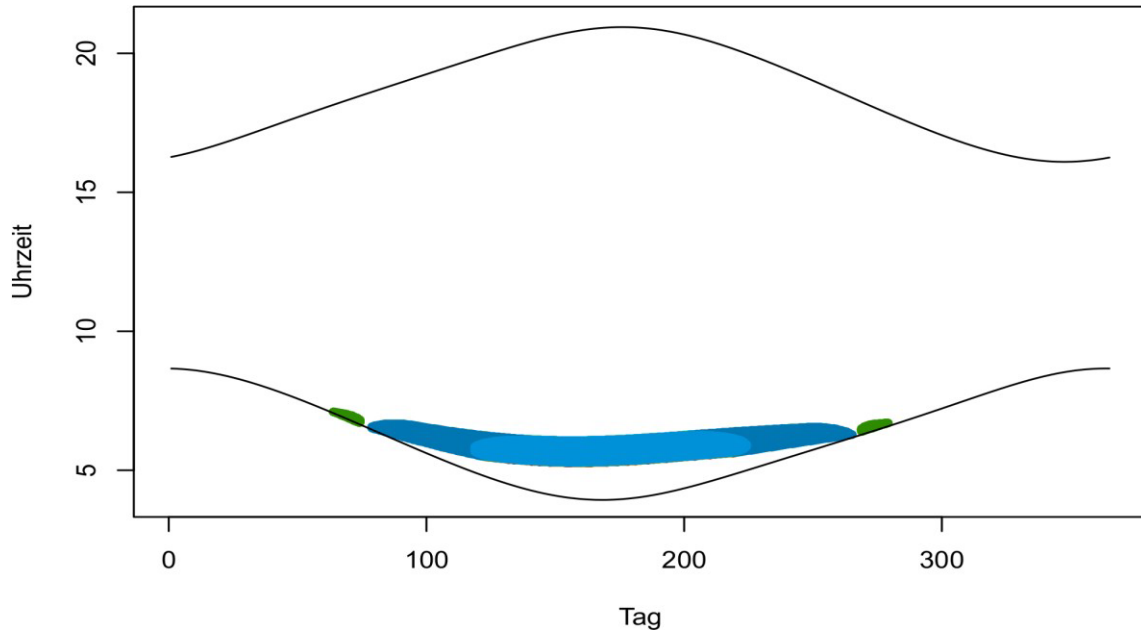
### IMMISSIONSPUNKT 10

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 10	473883	5906725	2,77	06.03.2023	07.10.2023	05:17:00	07:06:00



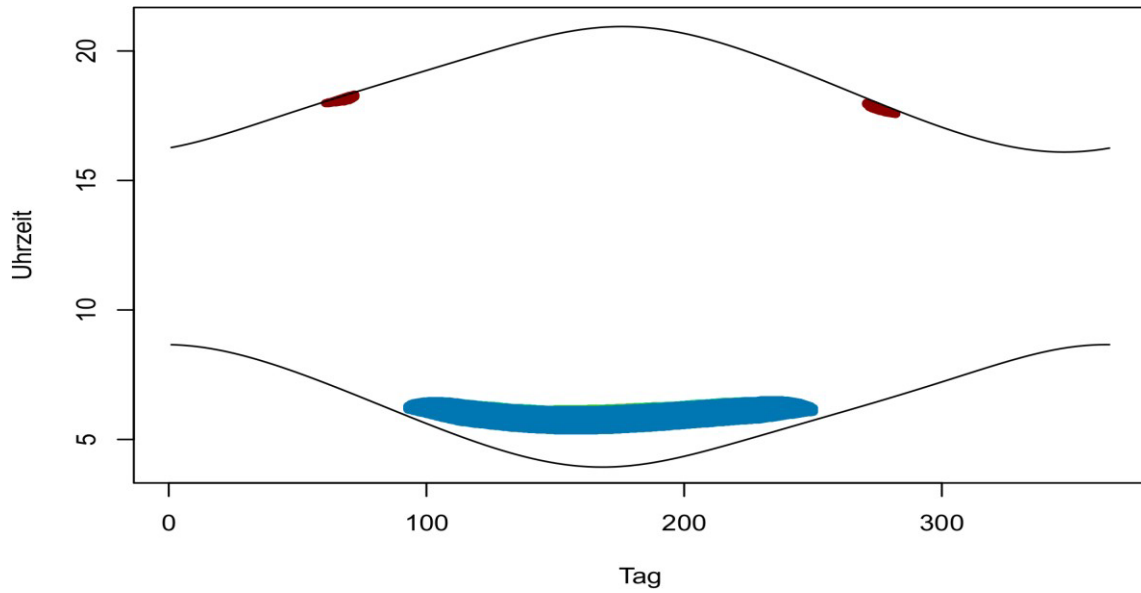
### IMMISSIONSPUNKT 11

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 11	474126	5906725	3,4	06.03.2023	07.10.2023	05:16:00	07:06:00



### IMMISSIONSPUNKT 12

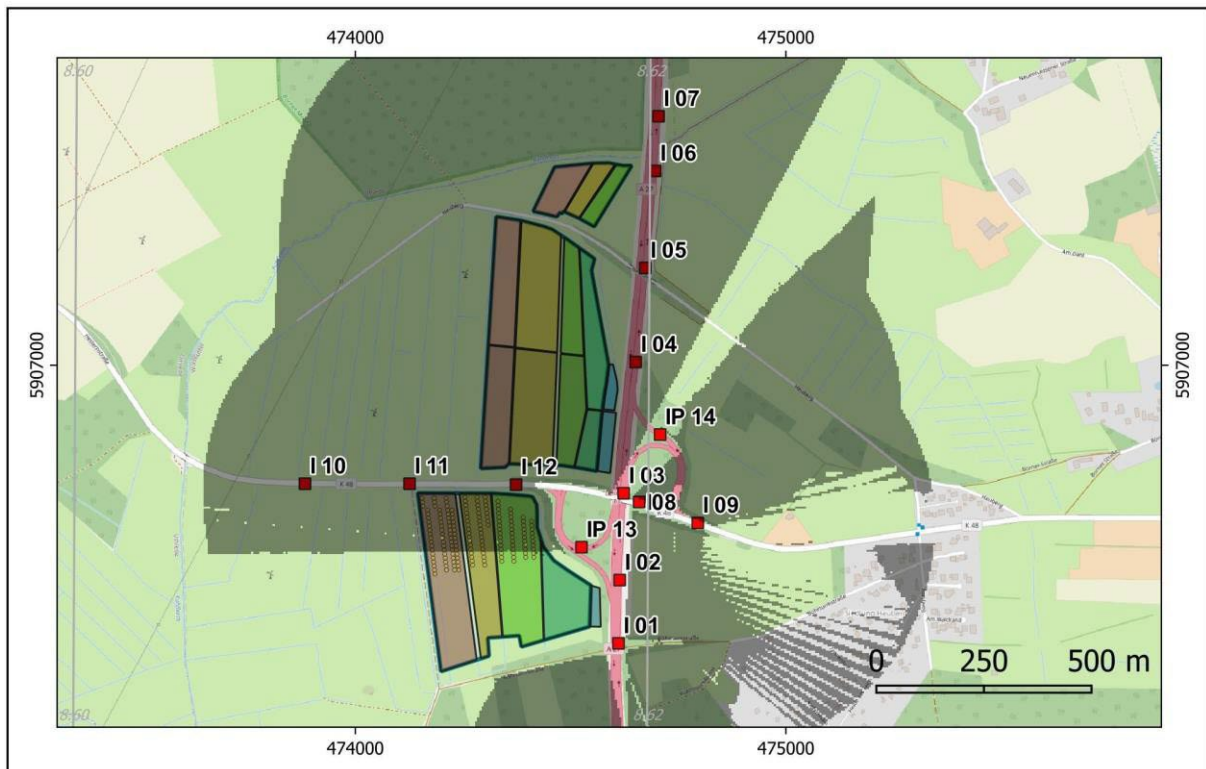
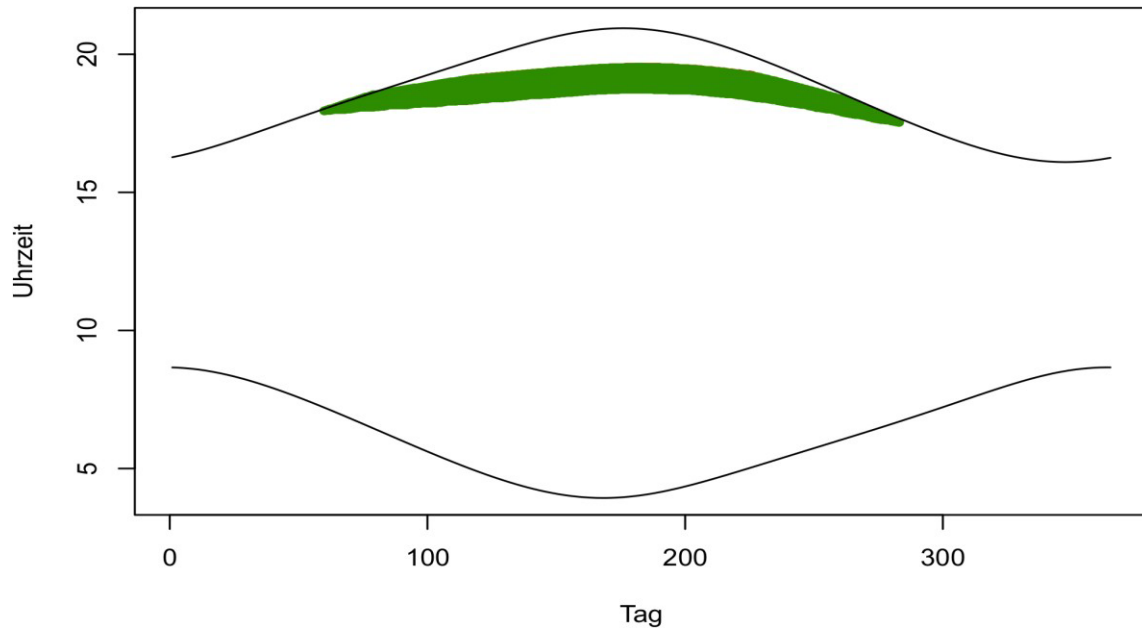
Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 12	474373	5906723	6,22	03.03.2023	10.10.2023	17:34:00	18:19:00
IP 12	474373	5906723	6,22	04.04.2023	08.09.2023	05:21:00	06:31:00





### IMMISSIONSPUNKT 13

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 13	474527	5906576	5,54	02.03.2023	11.10.2023	17:32:00	19:32:00



### IMMISSIONSPUNKT 14

Immissionspunkt	Ostwert	Nordwert	Höhe	Beginn	Ende	von	bis
IP 14	474706	5906838	5,27	03.03.2023	09.10.2023	17:35:00	19:33:00

