

GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME

Schattenwurfprognose für den
- Windpark Dehmsee -



TÜV NORD Referenz-Nr.: 2023-WND-SW-034-R0

Datum: 01.03.2024

| | |
|-------------------------------|--|
| Gegenstand der Prüfung | Schattenwurfprognose für den Windpark Dehmsee |
| Kunde | reVenton Asset Partners GmbH Theatinerstr. 14 80333 München, Deutschland |
| Besondere Hinweise | |

Die Ausarbeitung der gutachtlichen Stellungnahme erfolgte durch:

| | |
|----------------------|--|
| Verfasser | Dipl.-Ing. (FH) L. Zieren Sachverständiger Hamburg, 01.03.2024 |
| Geprüft durch | Dr. rer. nat. R. Fischer Sachverständiger Hamburg, 01.03.2024 |

Herausgeber

TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG
Große Bahnstraße 31•22525 Hamburg
Geschäftsführung: Silvio Konrad, Jan Radtke
Amtsgericht Hamburg ▪ HRA 100227
USt.-IdNr.: DE 813992777 ▪ Steuer-Nr.: 27/628/00023

Für weitere Auskünfte

Lars Zieren
Telefon: +49 40 8557-2156
E-Mail: lzieren@tuev-nord.de

Urheberrechtshinweis

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.

Änderungshistorie

| Rev. | Datum | Änderung |
|------|------------|---------------|
| 0 | 01.03.2024 | Erste Ausgabe |

| WEA-Typ | P_{Nenn} [MW] | D [m] | NH [m] |
|--------------------|------------------------|-------|--------|
| Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |

Vom Auftraggeber eingereichte Unterlagen:

- Windenergieanlagen-Spezifikationen inkl. jeweiliger Angabe zu Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Nennleistung der geplanten und fremdgeplanten Windenergieanlagen mit Koordinaten (UTM, ETRS89, Zone 33)
- Lageplan

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 5

**2 Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Emissionen von
 Windenergieanlagen 5**

3 Schattenwurfberechnung..... 6

 3.1 *Eingangsdaten* 6

 3.2 *Randbedingungen für die Berechnung*..... 10

 3.3 *Ergebnisse*..... 10

4 Zusammenfassung und Bewertung 11

5 Rechtliche Hinweise 12

6 Formelzeichen und Abkürzungen..... 13

7 Literatur- und Quellenangaben 14

8 Anhang 15

 8.1 *Detaillierte Berechnungsergebnisse*..... 15

 8.2 *Lage der Immissionspunkte* 20

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen der Errichtung von elf Windenergieanlagen (WEA) vom Typ Vestas V172-7.2 MW, 7,20 MW mit 175,0 m Nabenhöhe (NH) und 172,0 m Rotordurchmesser (D) (WEA 01 bis 11) am Standort Dehmsee (Brandenburg) ist die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG von der reVenton Asset Partners GmbH mit der Durchführung einer Schattenwurfprognose beauftragt worden. Die Umgebung des geplanten Windparks Dehmsee wurde hinsichtlich weiterer ggf. als Vorbelastung zu berücksichtigender WEA untersucht. Hierbei wurden fünf fremdgeplante WEA westlich von Neu Madlitz vom Typ Nordex N149/5.X, 5,70 MW mit 164,0 m NH ausfindig gemacht. Die Untersuchung hat jedoch gezeigt, dass sich die Einwirkungsbereiche dieser Anlagen nicht mit denen der geplanten WEA 01 bis 11 überschneiden. Sie stellen somit im vorliegenden Fall keine Vorbelastung dar.

Für die Schattenwurfprognose sind die astronomisch möglichen Beschattungsdauern für relevante Immissionspunkte (IP) und deren Bewertung nach Maßgaben der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) /1/ zu ermitteln und zu bewerten.

Im Rahmen der Schattenwurfprognose erfolgte eine Standortbesichtigung. Diese wurde durch den Mitarbeiter der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG, Herrn S. Jablonka am 14.01.2024 durchgeführt.

Die Koordinaten und Spezifikationen der geplanten WEA sind durch den Auftraggeber übermittelt /4/ (siehe Tabelle 1). Die zu berücksichtigenden Immissionspunkte (IP) wurden vom Auftragnehmer angenommen (siehe Tabelle 3).

2 Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Emissionen von Windenergieanlagen

Als Grundlage für die Ermittlung des Schattenwurfs werden "*Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen*" der LAI /1/ herangezogen.

Im Wesentlichen werden in /1/ die folgenden Regelungen bzgl. der Ermittlung und Beurteilung des periodischen Schattenwurfs getroffen:

- Für die astronomisch maximal zulässige Beschattungsdauer wird ein Immissionsrichtwert von **30 Stunden pro Jahr** angesetzt. Ab dieser Zeitdauer wird von einer erheblichen Belästigung ausgegangen. Gleichzeitig soll eine Immissionsdauer von mehr als **30 Minuten pro Tag** vermieden werden. Die Schutzwürdigkeit der betroffenen Wohnräume, statistische Daten bezüglich Bewölkung, Regen oder Windrichtung und Sonnenstände unter 3° werden nicht berücksichtigt. Daher wird die tatsächliche Beschattungsdauer merklich geringer sein.
- Wird eine Abschaltautomatik vorgesehen, so ist bei einer reinen zeitgesteuerten Abschaltung der Planungsrichtwert von 30 Stunden pro Jahr einzuhalten. Wird eine strahlungsgesteuerte Abschaltvorrichtung eingesetzt, so ist der Richtwert von acht Stunden pro Jahr nicht zu überschreiten. Es sollte bei der Festlegung der Zeiträume für die Abschaltung darauf geachtet werden, dass vorrangig die längsten Beschattungszeiten am Tag reduziert werden.

Bezüglich der Immissionsrichtwerte für die tägliche Beschattungsdauer wird in /1/ bei Überschreiten dieses Richtwerts an mindestens drei Tagen eine Begrenzung der täglichen Beschattungsdauer auf 30 Minuten gefordert.

Eine erhebliche Belästigung durch periodischen Schattenwurf liegt dann nicht vor, wenn sowohl die Immissionsrichtwerte für die tägliche als auch die jährliche Beschattungsdauer durch alle auf den maßgeblichen Immissionsort einwirkenden WEA unterschritten werden.

Zur besseren Vergleichbarkeit der Berechnungen und einheitlichen Anwendung der Beurteilungskriterien werden bei der Erstellung von Immissionsprognosen die astronomisch maximal möglichen Schattenwurfzeiten („worst case“) angegeben. Die Berechnungen des „realen Schattenwurfes“ unter Berücksichtigung der statistischen Sonnenscheindauer und Windverhältnisse sind daher nicht erforderlich.

Das von der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG für die Berechnung eingesetzte Programm Wind-Pro 3.6 der Firma EMD /2/ ist eine bewährte und anerkannte Software zur Schattenwurfberechnung. Für die Schattenwurfberechnung werden ausgehend von der geografischen Lage des Standortes die lokalen Azimut- und Höhenwinkel der Breitengradspezifischen Sonnenbahn bestimmt. Die Anlagengeometrie wie Nabenhöhe und Rotordurchmesser und die Aufstellungsanordnung der WEA liefern mit Hilfe elementarer geometrischer Beziehungen die zeitliche und räumliche Verteilung des Schattenwurfes.

3 Schattenwurfberechnung

3.1 Eingangsdaten

Die Berechnung der Schattenwurfzeiten am Standort Dehmsee erfolgt gemäß eingereichtem Planungsstand für die Windparkkonfiguration /4/ aus Tabelle 1.

Die Bezeichnung der einzelnen WEA in dieser gutachtlichen Stellungnahme bezieht sich auf die laufende Nummer, die ebenfalls aus Tabelle 1 ersichtlich ist.

| Lfd. WEA-Nr. | WEA-Bezeichnung | Koordinaten [m] | | WEA-Typ | P _{Nenn} [MW] | D [m] | NH [m] | |
|---|-----------------|-----------------|----------|---------|------------------------|-------|--------|-------|
| | | Rechtswert | Hochwert | | | | | |
| Geplante WEA im Windpark Dehmsee | | | | | | | | |
|  | 01 | WEA 01 | 446690 | 5799730 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 02 | WEA 02 | 446630 | 5799295 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 03 | WEA 03 | 446060 | 5799060 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 04 | WEA 04 | 445675 | 5798700 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 05 | WEA 05 | 446264 | 5798600 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 06 | WEA 06 | 445124 | 5798208 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 07 | WEA 07 | 445747 | 5798175 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 08 | WEA 08 | 446298 | 5798250 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 09 | WEA 09 | 444694 | 5797905 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 10 | WEA 10 | 445265 | 5797750 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |
|  | 11 | WEA 11 | 445870 | 5797755 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 172,0 | 175,0 |

Tabelle 1: Windparkkonfiguration (Koordinatensystem: UTM, ETRS89, Zone 33) /4/.

Die der Schattenwurfberechnung zugrundeliegenden Rotorblattdaten sind in Tabelle 2 angegeben.

| Lfd. WEA-Nr. | WEA-Typ | P _{Nenn} [MW] | D [m] | NH [m] | maximale Blatttiefe [m] | Blatttiefe bei 90% Radius [m] |
|--------------|--------------------|------------------------|-------|--------|-------------------------|-------------------------------|
| 01 - 11 | Vestas V172-7.2 MW | 7,20 | 162,0 | 175,0 | 4,35 | 1,26 |

Tabelle 2: Rotorblattdaten /2/.

Die Lage der geplanten WEA im Windpark Dehmsee ist in Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Lage der geplanten WEA im Windpark Dehmsee (Übersicht), Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /5/. Die Bezeichnung der WEA bezieht sich auf die Spalte „WEA Bezeichnung“ in Tabelle 1.

Zur Festlegung sinnvoller IP wird zunächst der Einwirkungsbereich der geplanten WEA ermittelt.

In den Abbildungen 2 und 3 ist der mit /2/ ermittelte Einwirkungsbereich der am Standort Dehmsee geplanten WEA sowohl bzgl. der jährlichen Beschattungsdauer in Stunden (Abbildung 2), als auch bzgl. der täglichen Beschattungsdauer in Minuten (Abbildung 3) dargestellt.

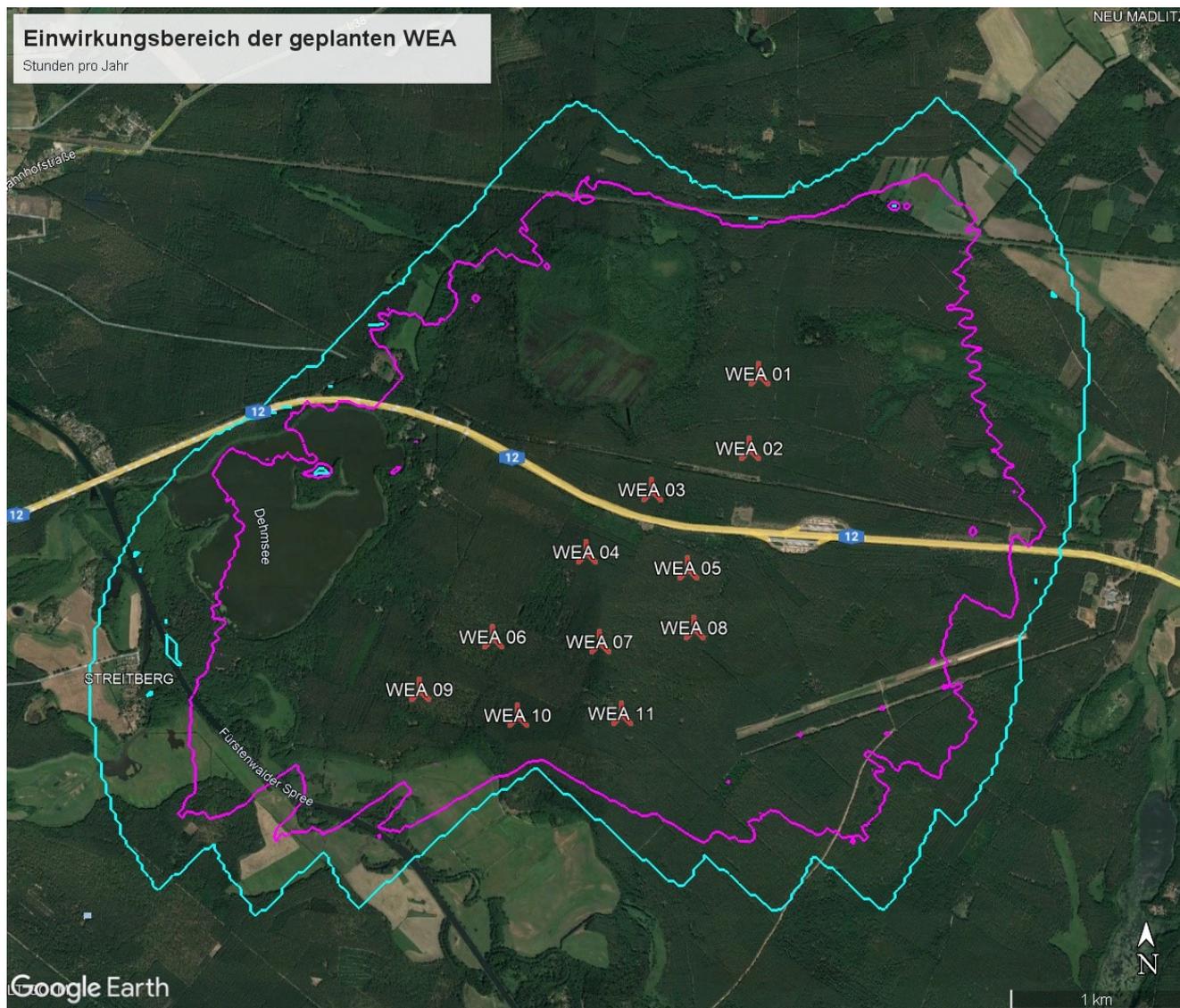


Abbildung 2: Einwirkungsbereich der am Standort Dehmsee geplanten WEA.
türkise Linie: 0 Stunden pro Jahr;
magentafarbene Linie: 30 Stunden pro Jahr.
 Symbole, Beschriftungen und Schattenlinien aus /2/, Karte aus /5/.

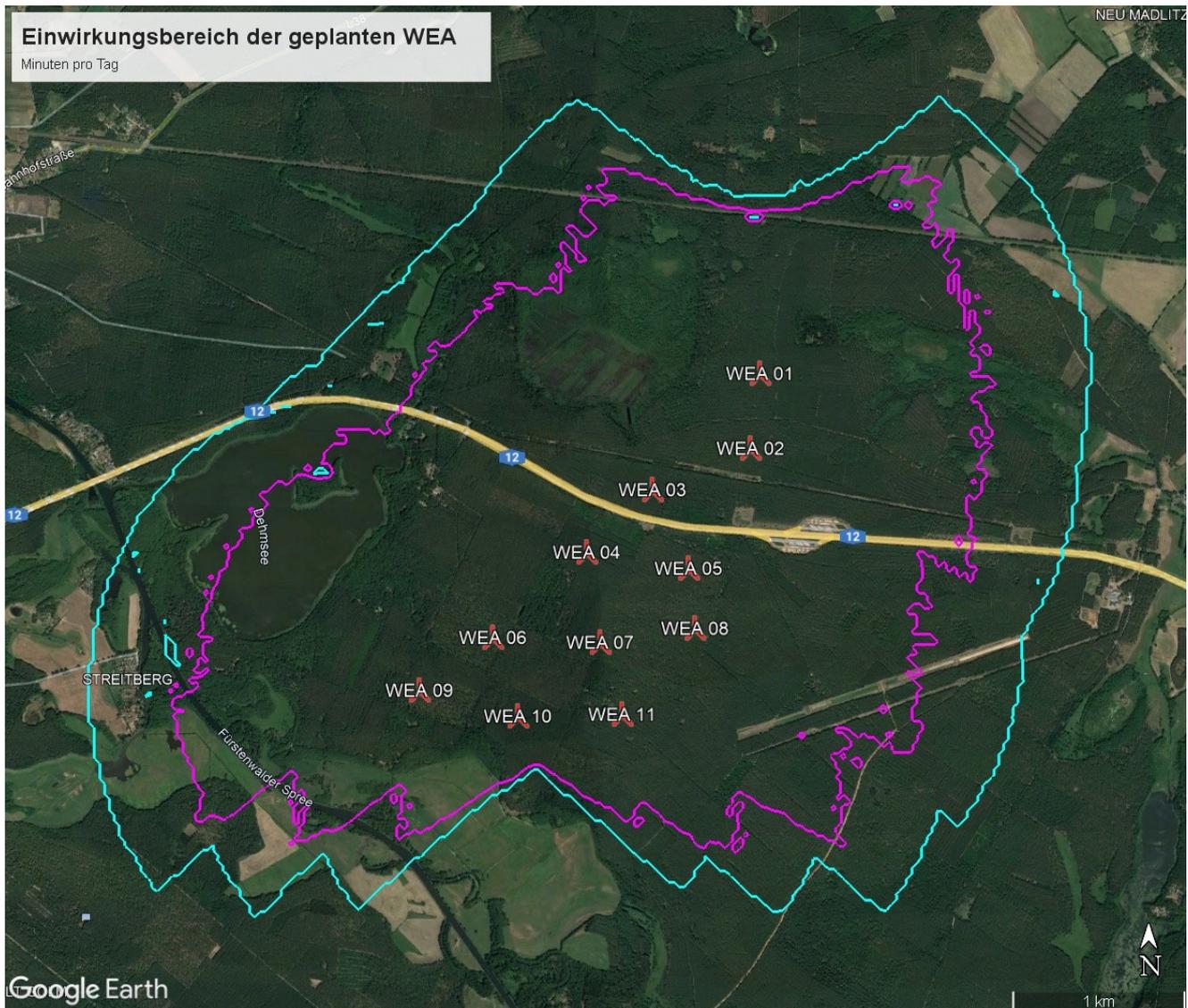


Abbildung 3: Einwirkungsbereich der am Standort Dehmsee geplanten WEA.

türkise Linie: 0 Minuten pro Tag;

magentafarbene Linie: 30 Minuten pro Tag.

Symbole, Beschriftungen und Schattenlinien aus /2/, Karte aus /5/.

Basierend auf dem ermittelten Einwirkungsbereich der am Standort Dehmsee geplanten WEA werden als IP für die Schattenimmission exemplarisch neun relevante Standorte berücksichtigt (siehe Tabelle 3). Die Lage der IP wurde vom Auftragnehmer angenommen, mit den Erkenntnissen aus der Standortbesichtigung und mit Hilfe von Geodaten /3/ abgeglichen und ggf. angepasst. Die detaillierte Lage der IP ist im Anhang (Kapitel 8.2) dargestellt.

Die Schattenwurfdauer wird entsprechend den Empfehlungen in /1/ für einen Punkt in 2,0 m über Grund berechnet. Im weiteren Verlauf dieser gutachtlichen Stellungnahme beziehen sich die Bezeichnungen der IP auf die Angaben in Tabelle 3.

| IP | Koordinaten [m] | | Straße | Ort |
|----|-----------------|----------|---------------------------|-------------|
| | Rechtswert | Hochwert | | |
| 01 | 444783 | 5799156 | Am Dehmsee 3 | Berkenbrück |
| 02 | 444788 | 5799194 | Am Dehmsee 3a | Berkenbrück |
| 03 | 444671 | 5799466 | Am Dehmsee 4 | Berkenbrück |
| 04 | 444622 | 5799399 | Am Dehmsee | Berkenbrück |
| 05 | 444420 | 5799763 | Am Dehmsee 1 | Berkenbrück |
| 06 | 443041 | 5797942 | Streitberger Siedlung 49A | Streitberg |
| 07 | 443043 | 5798020 | Streitberger Siedlung 47 | Streitberg |
| 08 | 443051 | 5798114 | Streitberger Siedlung 29 | Streitberg |
| 09 | 443093 | 5797832 | Streitberger Siedlung 73 | Streitberg |

Tabelle 3: IP (Koordinatensystem: UTM, ETRS89, Zone 33)

Um Schattenwurf aus allen Richtungen zu erfassen, werden die IP 01 bis 09 als IP im „Gewächshaus-Modus“ berücksichtigt. Eine Ausrichtung in Richtung der WEA entfällt hierbei.

Im Anhang sind alle Eingangsdaten für die Berechnung der Schattenwurfdauer an den IP aufgeführt (siehe Kapitel 8.1).

3.2 Randbedingungen für die Berechnung

Die ermittelten Werte beziehen sich entsprechend den Empfehlungen in /1/ auf eine „worst case“ Berechnung mit den folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint den ganzen Tag, an allen Tagen im Jahr (wolkenloser Himmel).
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, d.h. die Sonneneinstrahlung steht senkrecht zur Rotorkreisfläche.
- Die WEA sind in Betrieb und drehen sich.
- Die IP werden nicht durch Hindernisse wie Gebäude, Bäume oder Bewuchs teilweise oder ganz verdeckt.
- Sonnenstände unter 3° werden nicht berücksichtigt (Kappungswinkel 3°).
- Es wird die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) für die Zeitzone -1 (Berlin, Paris) und Umstellung auf die gebräuchliche Sommerzeit (MESZ) verwendet. Alle Zeitangaben, die sich auf Sonnenauf- und untergang beziehen, werden für den genauen geografischen Standort berechnet /2/.

3.3 Ergebnisse

Eine Übersicht der Berechnungsergebnisse ist in der folgenden Tabelle 4 dargestellt. Es sind die kumulierten Werte für die Schattenwurfdauer aller WEA aufgeführt. Überschreitungen der Richtwerte sind jeweils fett und kursiv dargestellt.

Die detaillierten Berechnungsergebnisse für die Schattenwurfdauer der Zusatzbelastung sind im Anhang dargestellt (siehe Kapitel 8.1).

| IP | Zusatzbelastung | | |
|----|--------------------|------------------------|-------------------------|
| | Schatten Std./Jahr | Max. Schatten Std./Tag | Richtwertüberschreitung |
| 01 | 144:55 | 01:10 | Ja |
| 02 | 136:42 | 01:09 | Ja |
| 03 | 66:48 | 00:50 | Ja |
| 04 | 73:18 | 00:52 | Ja |
| 05 | 23:09 | 00:25 | Nein |
| 06 | 09:46 | 00:24 | Nein |
| 07 | 09:34 | 00:24 | Nein |
| 08 | 09:22 | 00:24 | Nein |
| 09 | 10:36 | 00:24 | Nein |

Tabelle 4: Ergebnisse Schattenwurfdauer verursacht durch die WEA am Standort Dehmsee an den jeweiligen IP.

An den IP 01 bis 04 kommt es zu einer Überschreitung der Richtwerte, während an den IP 05 bis 09 die Richtwerte eingehalten werden.

Da auf die gesetzten IP keine Vorbelastung einwirkt, entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtbelastung.

4 Zusammenfassung und Bewertung

Im Rahmen der Errichtung von elf WEA vom Typ Vestas V172-7.2 MW, 7,20 MW mit 175,0 m NH und 172,0 m D (WEA 01 bis 11) am Standort Dehmsee (Brandenburg) ist die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG von der reVenton Asset Partners GmbH mit der Durchführung einer Schattenwurfprognose beauftragt worden. Die Umgebung des geplanten Windparks Dehmsee wurde hinsichtlich weiterer ggf. als Vorbelastung zu berücksichtigender WEA untersucht. Hierbei wurden fünf fremdgeplante WEA westlich von Neu Madlitz vom Typ Nordex N149/5.X, 5,70 MW mit 164,0 m NH ausfindig gemacht. Die Untersuchung hat jedoch gezeigt, dass sich die Einwirkungsbereiche dieser Anlagen nicht mit denen der geplanten WEA 01 bis 11 überschneiden. Sie stellen somit im vorliegenden Fall keine Vorbelastung dar.

Mit Bezug auf den in /1/ genannten Bewertungskriterien liegt die Gesamtbelastung ohne schattenreduzierende Maßnahmen an den IP 01 bis 04 über dem Richtwert von 30 Stunden pro Jahr bzw. 30 Minuten pro Tag.

Gemäß /1/ ist eine Immissionsminderung durchzuführen, die die überprüfbare Einhaltung der IRW garantiert. Zum einen kann eine Abschaltautomatik, die keine meteorologischen Parameter berücksichtigt, eingesetzt werden. Diese ist auf die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Kalenderjahr beziehungsweise 30 Minuten pro Tag zu begrenzen. Zum anderen kann eine Abschaltautomatik eingesetzt werden, die meteorologische Parameter berücksichtigt. Diese ist auf die

tatsächliche Beschattungsdauer von 8 Stunden pro Kalenderjahr beziehungsweise 30 Minuten pro Tag zu begrenzen.

5 Rechtliche Hinweise

Die vorliegende gutachtliche Stellungnahme ist nur in ihrer Gesamtheit gültig. Die darin getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden überlieferten Dokumente.

Die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der vom Auftraggeber übermittelten Informationen und Angaben und für durch unrichtige Angaben bedingte falsche Aussagen.

Die von TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG erbrachten Leistungen (z.B. Gutachten-, Prüf- und Beratungsleistungen) dürfen nur im Rahmen des vertraglich vereinbarten Zwecks verwendet werden. Vorbehaltlich abweichender Vereinbarungen im Einzelfall, räumt TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG dem Auftraggeber an seinen urheberrechtsfähigen Leistungen jeweils ein einfaches, nicht übertragbares sowie zeitlich und räumlich auf den Vertragszweck beschränktes Nutzungsrecht ein. Weitere Rechte werden ausdrücklich nicht eingeräumt, insbesondere ist der Auftraggeber nicht berechtigt, die Leistungen des Auftragnehmers zu bearbeiten, zu verändern oder nur auszugsweise zu nutzen.

Eine Veröffentlichung der Leistungen über den Rahmen des vertraglich vereinbarten Zwecks hinaus, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung von TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG. Eine Bezugnahme auf TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG ist nur bei Verwendung der Leistung in Gänze und unverändert zulässig.

Bei einem Verstoß gegen die vorstehenden Bedingungen ist TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG jederzeit berechtigt, dem Auftraggeber die weitere Nutzung der Leistungen zu untersagen.

6 Formelzeichen und Abkürzungen

| | | |
|-------------------|---|------|
| D | Rotordurchmesser | [m] |
| ETRS89 | Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 | |
| h | Höhe über Grund | [m] |
| IP | Immissionspunkt(e) | |
| LAI | Länderausschuss für Immissionsschutz | |
| MESZ | Mitteleuropäische Sommerzeit | |
| MEZ | Mitteleuropäische Zeit | |
| NH | Nabenhöhe | [m] |
| P_{Nenn} | Nennleistung | [MW] |
| UTM | Universal Transverse Mercator | |
| WEA | Windenergieanlage(n) | |

7 Literatur- und Quellenangaben

- /1/ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI); Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WEA-Schattenwurf-Hinweise); Stand: 23.01.2020
- /2/ EMD International A/S; WindPRO Version 3.6 (<http://www.emd.dk>); Dänemark, 2022
- /3/ GeoBasis-DE; Geodaten der deutschen Landesvermessung – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; DOP – Viewer; Stand vom 03.01.2024
- /4/ reVenton Asset Partners GmbH; Angaben zu den WEA-Spezifikationen der geplanten WEA mit Koordinaten und Lageplan; Übermittelt durch reVenton Asset Partners GmbH mit E-Mail vom 22.09.2023 und 05.02.2024
- /5/ Google Inc.; Google Earth Pro; (www.google.de/earth), Version 7.3.3, 2020, USA, 2020

8 Anhang

8.1 Detaillierte Berechnungsergebnisse

Berechnungsergebnisse der Schattenwurfzeiten (SHADOW – Hauptergebnis)

- Zusatzbelastung – Hauptergebnis
- Zusatzbelastung – Karten

Projekt:
2023-11-15 - Dehmsee - reVenton

Lizenzierter Anwender:
TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG -
Große Bahnstraße 31
DE-22525 Hamburg
+49 40 8557 2734
Julie-Ann Maschmann / jmaschmann@tuev-nord.de
Berechnet:
06.02.2024 16:45/3.6.366

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB Annahmen für Schattenwurfberechnung

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

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

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der
Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf
den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_2.wpo (1)
Rasterauflösung: 1,0 m

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

WEA

| | Ost Nord Z | | | Beschreibung | WEA-Typ | | | Schattendaten | | | | |
|--------|------------|-----------|------|------------------------------|----------|------------|----------------|---------------|--------------------|------------|-------------------|-------|
| | | | | | Aktu-ell | Hersteller | Typ | Nenn-leistung | Rotor-durch-messer | Naben-höhe | Beschatt.-Bereich | U/min |
| | | | [m] | | | | [kW] | [m] | [m] | [m] | [U/min] | |
| WEA 01 | 446.690 | 5.799.730 | 60,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 02 | 446.630 | 5.799.295 | 60,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 03 | 446.060 | 5.799.060 | 58,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 04 | 445.675 | 5.798.700 | 60,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 05 | 446.264 | 5.798.600 | 56,9 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 06 | 445.124 | 5.798.208 | 60,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 07 | 445.747 | 5.798.175 | 60,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 08 | 446.298 | 5.798.250 | 60,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 09 | 444.694 | 5.797.905 | 56,5 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 10 | 445.265 | 5.797.750 | 52,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |
| WEA 11 | 445.870 | 5.797.755 | 60,0 | VESTAS V172-7.2 7200 172.... | Ja | VESTAS | V172-7.2-7.200 | 7.200 | 172,0 | 175,0 | 1.903 | 0,0 |

Schattenrezeptor-Eingabe

| Nr. | Ost | Nord | Z | Breite | Höhe | Höhe ü.Gr. | Neigung des Fensters | Ausrichtungsmodus | Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. |
|-------|---------|-----------|------|--------|------|------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | [m] | [m] | [m] | [m] | [°] | | [m] |
| IP 01 | 444.783 | 5.799.156 | 50,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 02 | 444.788 | 5.799.194 | 50,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 03 | 444.671 | 5.799.466 | 50,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 04 | 444.622 | 5.799.399 | 46,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 05 | 444.420 | 5.799.763 | 50,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 06 | 443.041 | 5.797.942 | 40,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 07 | 443.043 | 5.798.020 | 40,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 08 | 443.051 | 5.798.114 | 40,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |
| IP 09 | 443.093 | 5.797.832 | 40,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | 2,0 |

Berechnungsergebnisse

| Schattenrezeptor | | | |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| astron. max. mögl. Beschattungsdauer | | | |
| Nr. | Stunden/Jahr | Schattentage/Jahr | Max.Schattendauer/Tag |
| | [h/a] | [d/a] | [h/d] |
| IP 01 | 144:55 | 219 | 1:10 |
| IP 02 | 136:42 | 214 | 1:09 |
| IP 03 | 66:48 | 159 | 0:50 |
| IP 04 | 73:18 | 160 | 0:52 |
| IP 05 | 23:09 | 74 | 0:25 |

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2023-11-15 - Dehmsee - reVenton

Lizenzierter Anwender:
TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG -
Große Bahnstraße 31
DE-22525 Hamburg
+49 40 8557 2734
Julie-Ann Maschmann / jmaschmann@tuev-nord.de
Berechnet:
06.02.2024 16:45/3.6.366

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: ZB

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

| Nr. | astron. max. mögl. Beschattungsdauer | | |
|-------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | Stunden/Jahr [h/a] | Schattentage/Jahr [d/a] | Max.Schattendauer/Tag [h/d] |
| IP 06 | 9:46 | 31 | 0:24 |
| IP 07 | 9:34 | 32 | 0:24 |
| IP 08 | 9:22 | 30 | 0:24 |
| IP 09 | 10:36 | 32 | 0:24 |

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

| Nr. | Name | Maximal [h/a] |
|--------|---|------------------|
| WEA 01 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (1) | 0:00 |
| WEA 02 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (2) | 10:20 |
| WEA 03 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (3) | 47:48 |
| WEA 04 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (4) | 64:16 |
| WEA 05 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (5) | 25:49 |
| WEA 06 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (6) | 36:18 |
| WEA 07 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (7) | 49:35 |
| WEA 08 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (8) | 12:31 |
| WEA 09 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (9) | 29:18 |
| WEA 10 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (10) | 0:00 |
| WEA 11 | VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! NH: 175,0 m (Ges:261,0 m) (11) | 21:42 |

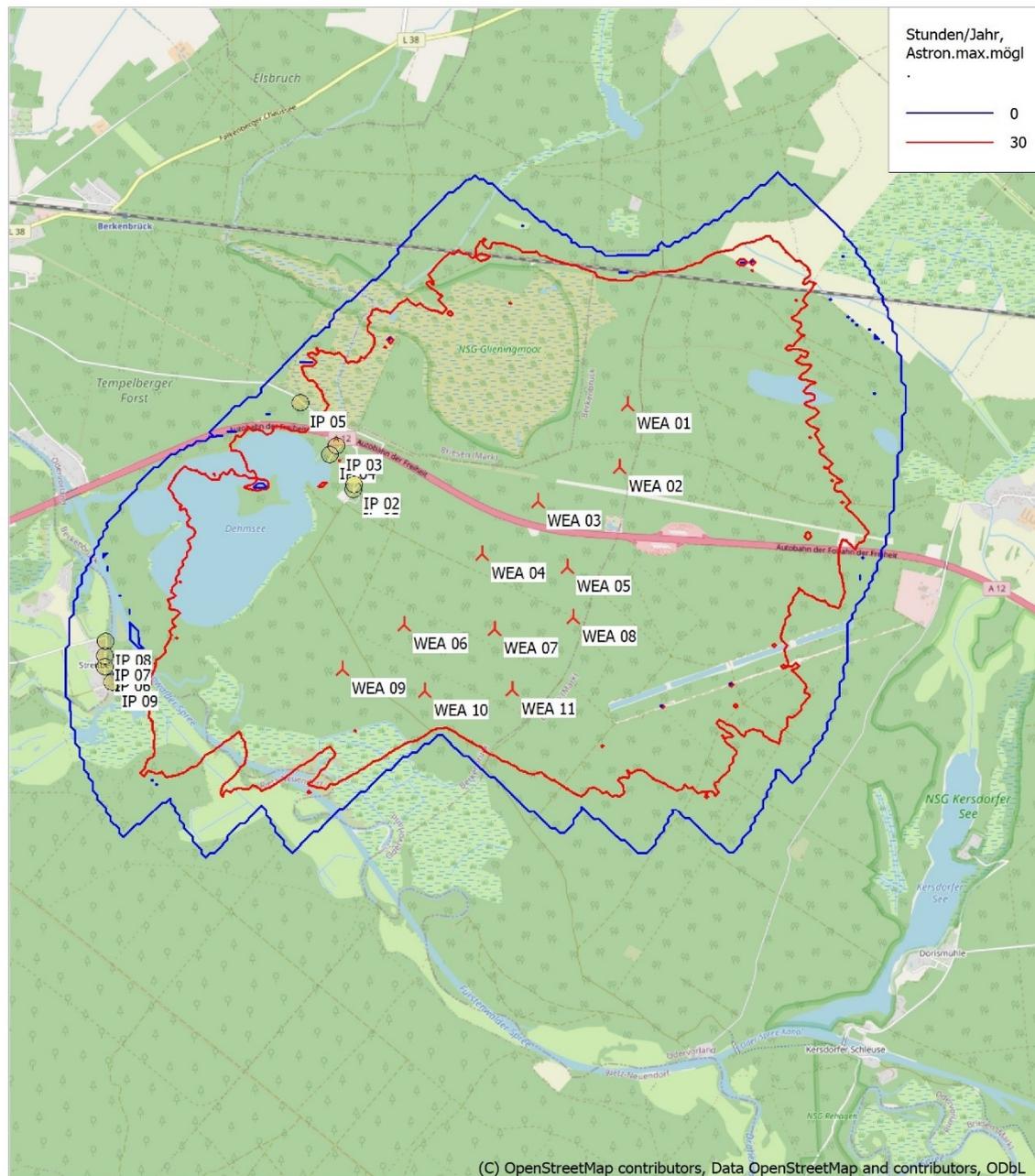
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Projekt:
2023-11-15 - Dehmsee - reVenton

Lizenzierter Anwender:
TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG -
Große Bahnstraße 31
DE-22525 Hamburg
+49 40 8557 2734
Julie-Ann Maschmann / jmaschmann@tuev-nord.de
Berechnet:
06.02.2024 16:45/3.6.366

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB



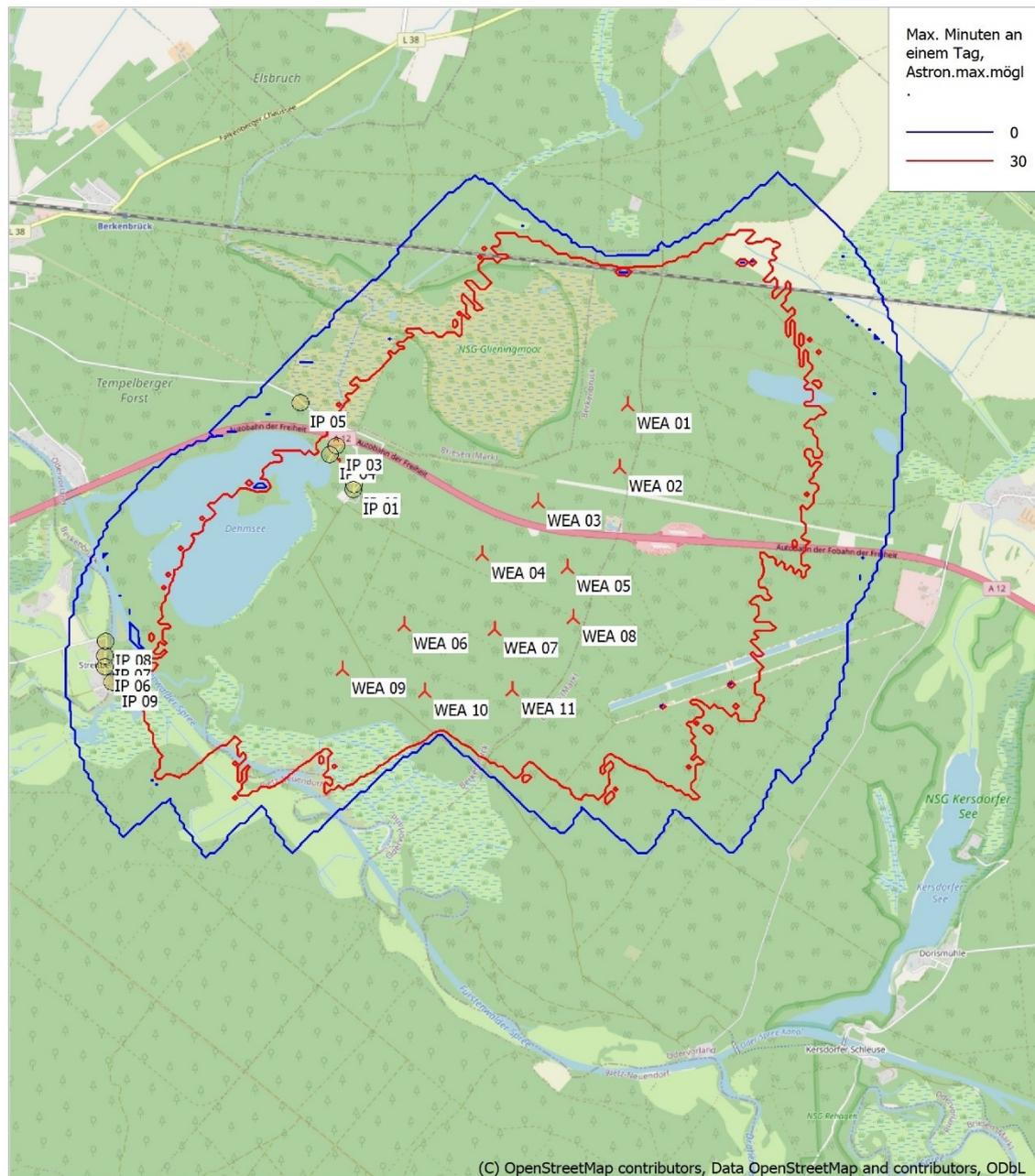
Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 446.010 Nord: 5.798.460
 ⚡ Neue WEA 🟡 Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_2.wpo (1)
 Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenauflösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m

Projekt:
2023-11-15 - Dehmsee - reVenton

Lizenzierter Anwender:
TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG -
Große Bahnstraße 31
DE-22525 Hamburg
+49 40 8557 2734
Julie-Ann Maschmann / jmaschmann@tuev-nord.de
Berechnet:
06.02.2024 16:45/3.6.366

SHADOW - Karte

Berechnung: ZB



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:40.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 446.010 Nord: 5.798.460
 ⚡ Neue WEA 🟡 Schattenrezeptor
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: CONTOURLINE_ONLINEDATA_2.wpo (1)
 Zeitschritt: 4 Minuten, Schrittweite: 14 Tag(e), Kartenauflösung: 30 m, Sichtbarkeit Auflösung: 15 m, Augenhöhe: 1,5 m

8.2 Lage der Immissionspunkte

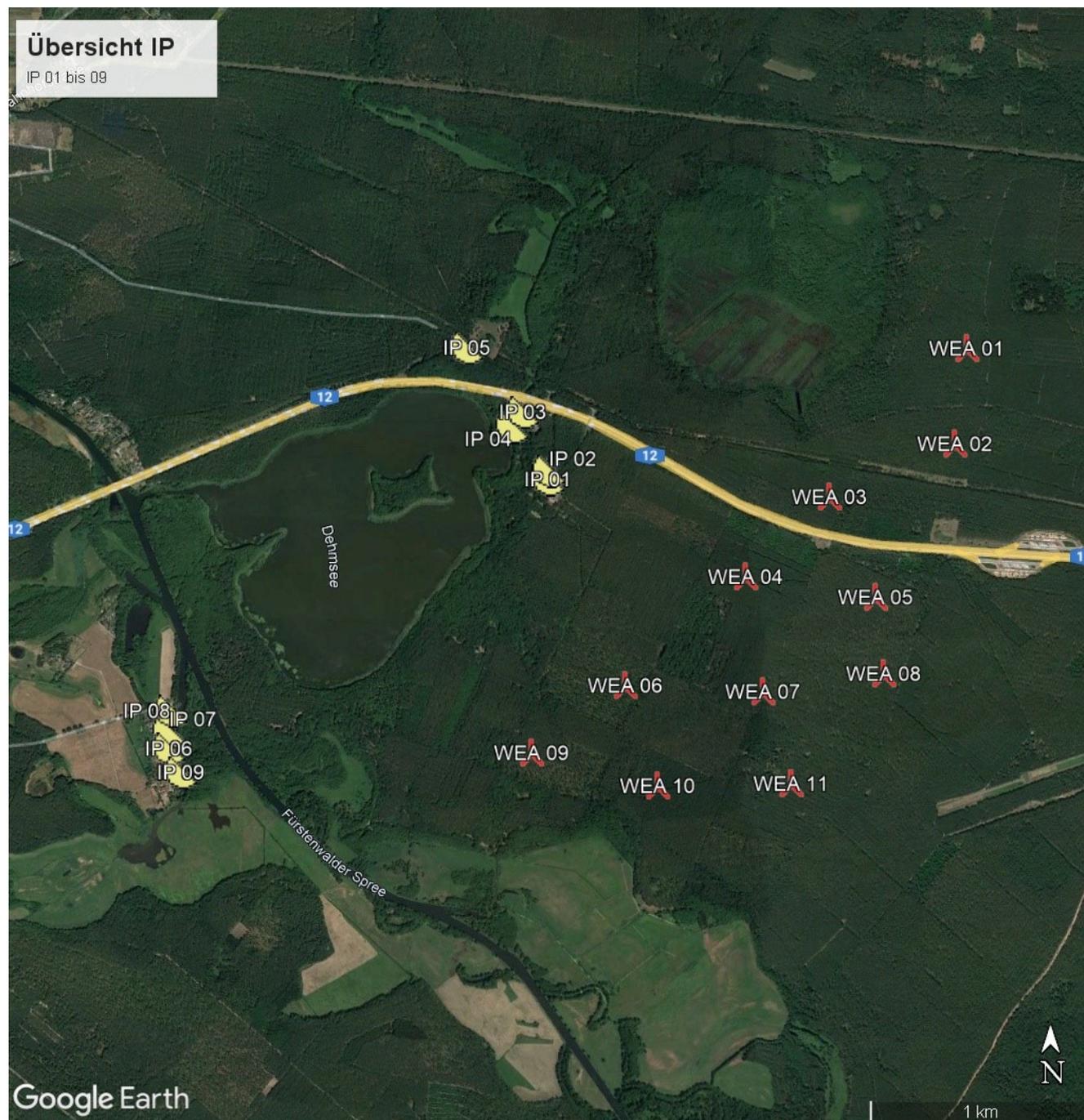


Abbildung 4: Lage der IP 01 bis 09, Übersicht, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /5/

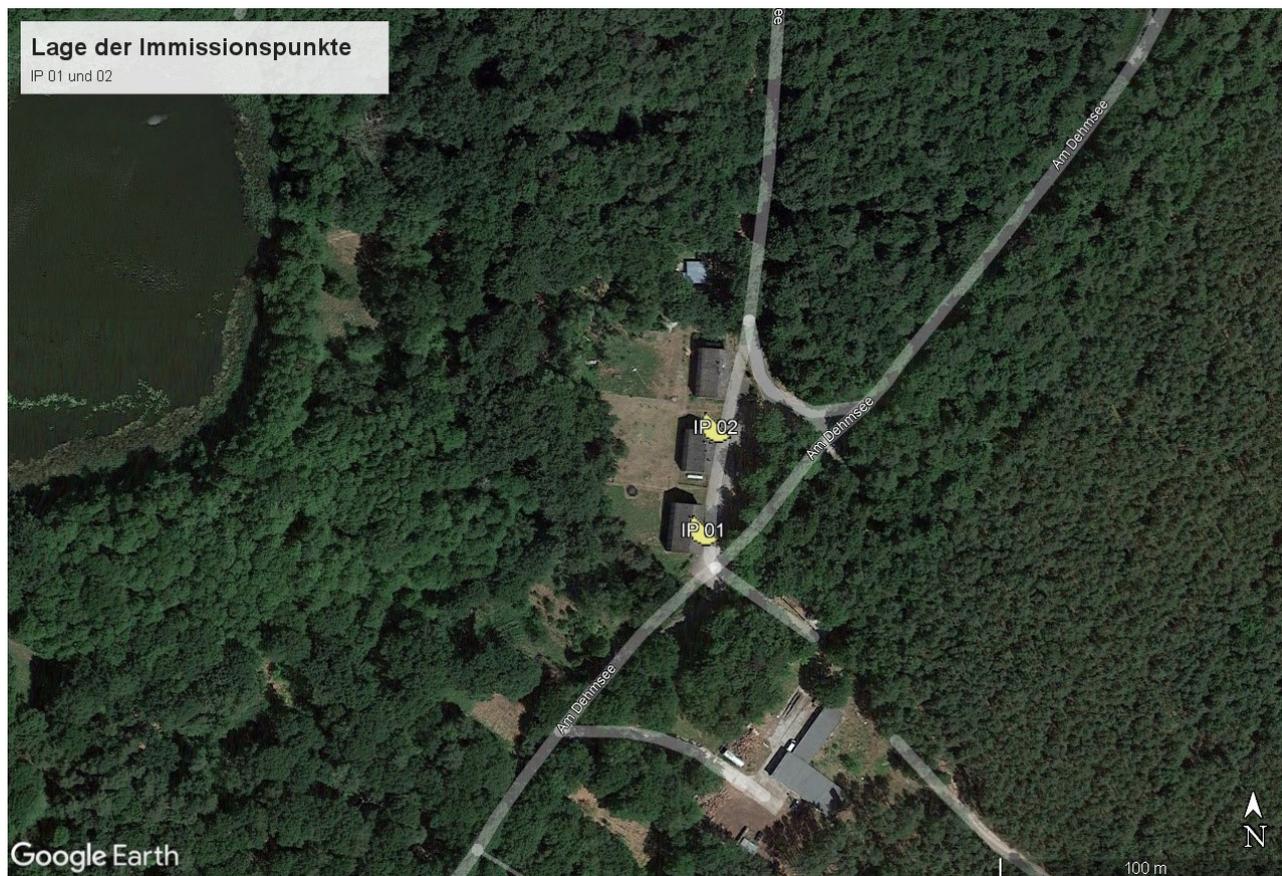


Abbildung 5: Lage der IP 01 und 02, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/



Abbildung 6: Lage der IP 03 und 04, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/

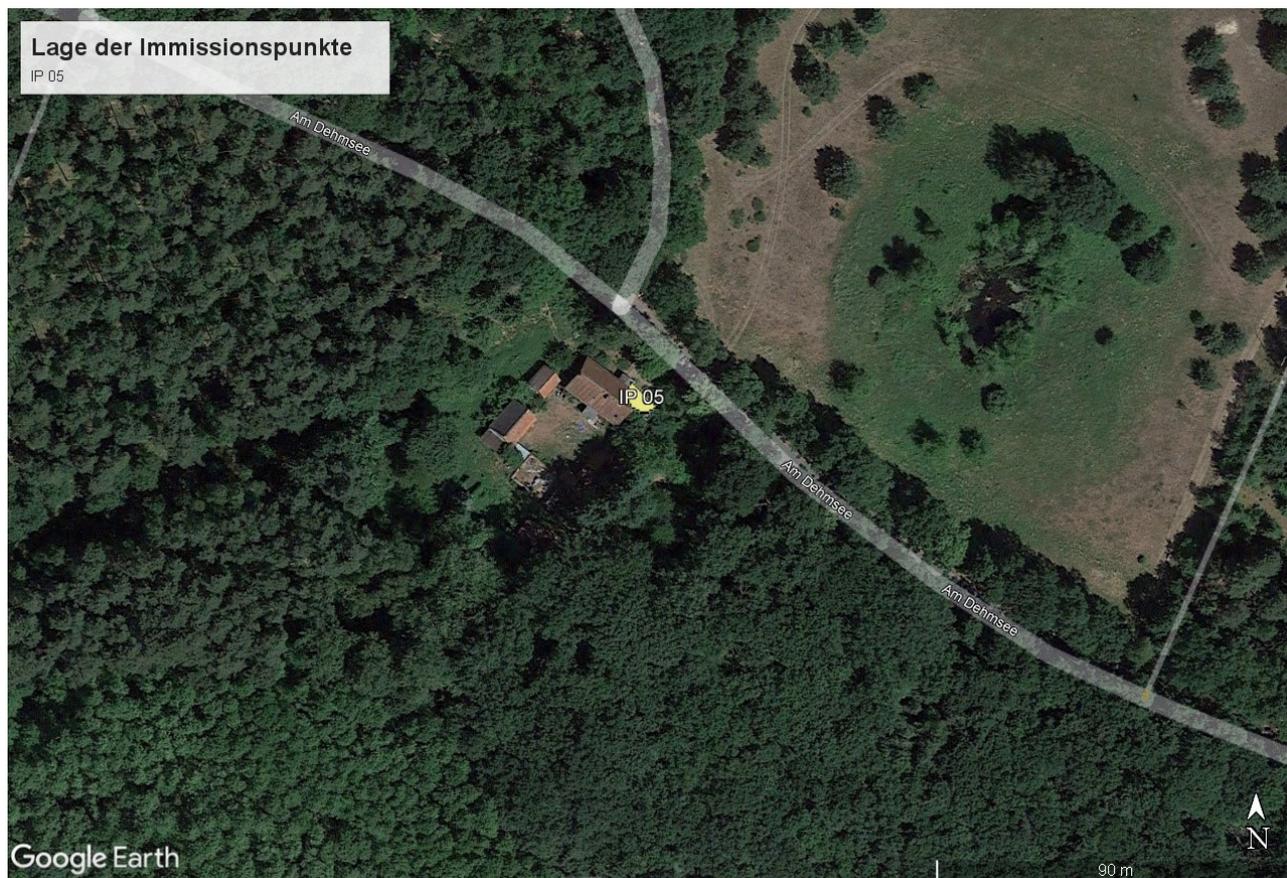


Abbildung 7: Lage des IP 05, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/



Abbildung 8: Lage der IP 06 bis 08, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/



Abbildung 9: Lage des IP 09, Symbole und Beschriftungen aus /2/, Luftbild aus /6/