

Schattenwurfprognose

Windenergieprojekt Schöppinger Berg / Repowering



Foto: enveco GmbH 2023

Auftraggeber
Schöppinger Berg GmbH & Co. KG
Naendorf 1
48629 Metelen

Auftragnehmer:
enveco GmbH
Grevener Str. 61c
48149 Münster

November 2024

1. Aufgabenstellung

Die enveco GmbH wurde von der Schöppinger Berg GmbH & Co. KG mit der Erstellung der vorliegenden Schattenwurfprognose für elf geplante Windenergieanlagen (WEA 16 bis 26) beauftragt. Bei den Anlagen handelt es sich um WEA des Typs Enercon E-138 bzw. E-175.

Am 26.11.2024 fand ein Geländetermin zum geplanten Windenergieprojekt statt, auf den sich die vorliegende Untersuchung bezieht.

Für die vorliegende Untersuchung wird davon ausgegangen, dass keine Vorbelastungen zu berücksichtigen sind. Der Auftraggeber wünscht die Vorgehensweise der sogenannten „Nullbeschattung“, d.h., dass durch die geplanten WEA an den umliegenden Immissionspunkten kein periodischer Schattenwurf auftreten soll.

Im Anhang wird auf Quellen der im Rahmen der vorliegenden Schattenwurfuntersuchungen ermittelten Informationen verwiesen.

2. Voraussetzungen und Eingangsgrößen für die Berechnung

2.1 Allgemeines

Befinden sich die rotierenden Flügel einer Windenergieanlage (WEA) zwischen Sonne und Beobachter, so kann es zu einem Wechsel zwischen Licht und Schatten kommen. Bei dem durch den WEA-Rotor verursachten periodischen Schattenwurf (wiederkehrende Verschattung des direkten Sonnenlichtes) handelt es sich um eine Immission im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG).

Gemäß Windenergie-Erlass NRW vom 08.05.2018 gilt:

„Schattenwurf von geringer Dauer ist hinzunehmen beziehungsweise kann vernachlässigt werden (vgl. OVG NRW, Beschl. v. 09.09.1998 - 7 B 1560/98). Von einer erheblichen Belästigungswirkung kann ausgegangen werden, wenn die maximal mögliche Einwirkungsdauer am jeweiligen Immissionsort - ... - mehr als 30 Stunden pro Kalenderjahr und darüber hinaus mehr als 30 Minuten pro Tag beträgt (vgl. OVG NRW, Urt. v. 18.11.2002, - 7 A 2140/00).“

Die Richtwerte beziehen sich auf Wohnnutzungen und sind nicht unmittelbar auf andere Nutzungen übertragbar. Für Schattenwurfeinwirkungen auf andere Nutzungsarten ist die zulässige Beschattungsdauer daher im Einzelfall unter Berücksichtigung der Schutzwürdigkeit der jeweiligen Nutzungsart zu bestimmen (siehe Windenergie-Erlass NRW vom 08.05.2018).

In der vorliegenden Schattenwurfprognose wird berechnet, wie lange die Ausbreitung der Sonnenstrahlen durch die Rotoren der berücksichtigten WEA aufgrund der geometrischen Bedingungen unter bestimmten Voraussetzungen theoretisch beeinträchtigt werden kann.

2.2 Auszüge aus der ‚WEA-Schattenwurf-Leitlinie‘

Auf einer Sitzung vom 6.-8.5.2002 verabschiedete der Länderausschuss für Immissionsschutz den Text ‚Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)‘. Bei den in diesem Kapitel kursiv gedruckten Textpassagen handelt es sich um Auszüge aus dieser Leitlinie. Bei den nicht kursiv gedruckten Textpassagen handelt es sich um Anmerkungen / Ergänzungen der enveco GmbH.

.... Für die Beurteilung der Einwirkung durch Lichtblitze und bewegten, periodischen Schattenwurf durch den Rotor einer WEA hat der Gesetzgeber bisher keine rechtsverbindlichen Vorschriften mit Grenz- oder Richtwerten erlassen oder in Aussicht gestellt.

Wissenschaftliche Untersuchungen belegen die Erfahrung, dass optische Immissionen insbesondere in Form periodischen Schattenwurfs zu erheblichen Belästigungswirkungen führen können. Unter Berücksichtigung dieser Untersuchungen und der Anhörungen von Gutachtern soll diese Leitlinie eine einheitliche und praxisnahe Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen gewährleisten.

.... Maßgebliche Immissionsorte sind

- a) *schutzwürdige Räume, die als*
 - *Wohnräume, einschließlich Wohndielen*
 - *Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien*
 - *Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen*
 - *Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume genutzt werden*

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 - 22:00 Uhr gleichgestellt.

- b) *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.*

Zu den in dieser Schattenwurfprognose betrachteten Immissionsorten siehe Kap. 3.5 und 3.6 (in der vorliegenden Untersuchung als Immissionspunkte (IP) bezeichnet).

.... Einwirkungen durch periodischen Schattenwurf können dann sicher ausgeschlossen werden, wenn alle in Frage kommenden Immissionsorte in der Anlagenumgebung außerhalb des möglichen Beschattungsbereiches der jeweiligen WEA liegen.

Der zu prüfende Bereich ergibt sich aus dem Abstand zur WEA, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20 % durch ein Rotorblatt verdeckt wird. (Für die in der vorliegenden Untersuchung eingesetzten Anlagentypen wird der Beschattungsbereich nach dieser Methode eingesetzt (siehe Kap. 3.2)).

*.... Eine Einwirkung durch zu erwartenden periodischen Schattenwurf wird als nicht erheblich belästigend angesehen, wenn die **astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer** (in der vorliegenden Untersuchung als ‘Worst Case’ bezeichnet, siehe Kap. 3.1) unter kumulativer Berücksichtigung aller WEA-Beiträge am jeweiligen Immissionsort in einer Bezugshöhe von 2 m über Erdboden nicht mehr als **30 Stunden pro Kalenderjahr und darüber hinaus nicht mehr als 30 Minuten pro Kalendertag** beträgt.*

Bei Überschreitung der Werte für die **astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer** kommen unter anderem technische Maßnahmen zur zeitlichen Beschränkung des Betriebes der WEA in Betracht. Eine wichtige technische Maßnahme stellt als Gegenstand von Auflagen und Anordnungen die Installation einer Abschaltautomatik dar, die mittels Strahlungs- oder Beleuchtungsstärkesensoren die konkrete meteorologische Beschattungssituation erfasst und somit die vor Ort konkret vorhandene Beschattungsdauer begrenzt. Da der Wert von 30 Stunden pro Kalenderjahr auf Grundlage der astronomisch möglichen Beschattung entwickelt wurde, wird für Abschaltautomatiken ein entsprechender Wert für die tatsächliche, reale Schattendauer, die **meteorologische Beschattungsdauer** festgelegt. Dieser Wert liegt bei **8 Stunden pro Kalenderjahr**.

Der Auftraggeber wünscht die Vorgehensweise der sogenannten „Nullbeschattung“. Daher entfällt eine Untersuchung bezüglich der Einhaltung der o. g. ‚Anhaltswerte‘.

.... Aus Gründen der Vergleichbarkeit und Nachvollziehbarkeit ist bei der Erstellung von Immissionsprognosen von folgenden Vereinfachungen und Annahmen auszugehen:

Die Sonne ist als punktförmige Quelle anzunehmen und scheint tagsüber an allen Tagen des Jahres. Es herrscht wolkenloser Himmel und für die Bewegung des Rotors ausreichender Wind (100 % Verfügbarkeit). Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, die Rotorkreisfläche steht dann senkrecht zur Einfallrichtung der direkten Sonneneinstrahlung. Den Berechnungen wird geographisch Nord zugrunde gelegt. Abstände zwischen Rotorebene und Turmachse sind zu vernachlässigen. Die Lichtbrechung in der Atmosphäre (Refraktion) wird nicht berücksichtigt.

Der Schattenwurf für Sonnenstände unter 3° Erhöhung über Horizont kann wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden.

2.3 Berücksichtigte WEA

2.3.1 Zusatzbelastung

Die Standorte der vom Auftraggeber geplanten WEA sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Nr.	Hersteller	Typ	Nabenhöhe	Rotordurchmesser	Rechtswert	Hochwert
WEA 16	Enercon	E-138	160 m	138 m	380.808	5.772.540
WEA 17	Enercon	E-175	162 m	175 m	381.079	5.773.088
WEA 18	Enercon	E-175	162 m	175 m	381.246	5.772.708
WEA 19	Enercon	E-138	160 m	138 m	381.651	5.772.303
WEA 20	Enercon	E-175	162 m	175 m	381.573	5.773.212
WEA 21	Enercon	E-175	162 m	175 m	381.756	5.772.727
WEA 22	Enercon	E-138	160 m	138 m	382.026	5.773.207
WEA 23	Enercon	E-138	160 m	138 m	382.104	5.772.285
WEA 24	Enercon	E-175	162 m	175 m	382.465	5.773.211
WEA 25	Enercon	E-138	160 m	138 m	382.365	5.772.679
WEA 26	Enercon	E-138	160 m	138 m	382.525	5.772.302

Tabelle 1: Koordinaten der geplanten WEA (Zusatzbelastung)
(Koordinatenbezugssystem UTM ETRS 89 Zone 32)

2.3.2 Vorbelastung

Für die vorliegende Untersuchung wird davon ausgegangen, dass keine Vorbelastungen zu berücksichtigen sind (s. Kap. 1).

3. Berechnungen

Bei der zur Berechnung und Darstellung verwendeten Software handelt es sich um das Programmmodul ‚SHADOW‘ des Softwarepaketes WindPRO - Version 4.1.254 - der dänischen Firma EMD. Eine Voruntersuchung mit dieser Software brachte bereits vor dem Ortstermin erste Erkenntnisse über die Größenordnung der möglichen Beeinträchtigung durch Schattenwurf. Bei der Voruntersuchung stand das Kriterium Schattenwurfdauer pro Jahr (‘Worst Case’) im Mittelpunkt.

Einflüsse von Lufttrübung, Sonnenausdehnung und Flügelform werden bei den Berechnungen nicht berücksichtigt. Die mit Hilfe des digitalen Geländemodells ermittelte Geländetopographie fließt in die Berechnungen ein.

Hindernisse (z.B. Bebauung, Bewuchs) bleiben unberücksichtigt.

3.1 ‘Worst Case’ – Betrachtung

Weder der Einfluss der Sonnenschein-Wahrscheinlichkeit noch der Windrichtungs- und Windhäufigkeitsverteilung werden bei diesen Ergebnissen berücksichtigt - die Ergebnisse stellen diesbezüglich einen ‘Worst Case’ dar. Das folgende Ergebnis der Auswertung geht von dem Fall aus, dass die Sonne theoretisch während der gesamten Zeit zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang durchgehend bei wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die Windenergieanlagen in Betrieb sind.

Hinweis: In der Ergebnistabelle im Anhang wird der ‘Worst Case’ als ‘astron. max. mögl. Beschattungsdauer’ bezeichnet.

3.2 Schattenwurfreichweite

Der maximale Beschattungsbereich entsprechend dem 20%-Kriterium wird vom Programmmodul ‚SHADOW‘ berechnet. Die dafür notwendigen Daten zur Rotorblattgeometrie sind für die in der vorliegenden Untersuchung eingesetzten Anlagentypen im Programmmodul hinterlegt. Es wird vorausgesetzt, dass die berechneten ‚Schattenwurfreichweiten‘ nicht überschritten werden. Die berücksichtigten Schattenwurfreichweiten sind in der Tabelle im Anhang in der Spalte ‚Beschatt.-Bereich‘ aufgeführt.

3.3 Flächenhafte Berechnung / Schattenwurfkarte

Zur Übersicht dient zunächst die flächenhafte Berechnung der jährlichen Schattenwurfdauer (‘Worst Case’) in Form von Isolinien für einen Betrachter für 2 m über Grund mit ‚360° Rundumblick‘. Diese Berechnung wurde unter der Berechnungsvoraussetzung ‚normal‘ des Programmmoduls ‚SHADOW‘ durchgeführt. Dies bedeutet eine räumliche Auflösung von 20 m (Rastergröße) und eine zeitliche Auflösung von jedem 7. Tag (Schrittweite) und an diesen Tagen von jeder 3. Minute (Zeitsprung).

Die beiliegende Karte ist daher nicht ausreichend genau, um abgesicherte Aussagen über die konkrete Beeinträchtigung durch Schattenwurf zu erlauben - sie liefert jedoch einen ersten Überblick. Dargestellt werden Isolinien zur Schattenwurfdauer in Stunden pro Jahr (Darstellung bis max. 35 Stunden pro Jahr!).

3.4 Einwirkbereich der geplanten WEA

Der Einwirkbereich dient in der vorliegenden Untersuchung als Hilfsmittel zur Festlegung der näher betrachteten Immissionspunkte. Der Einwirkbereich entspricht dem Beschattungsbereich der geplanten WEA (siehe Kap. 3.2 und Schattenwurfkarte im Anhang).

3.5 Lage der untersuchten Immissionspunkte

Um für verschiedene Bereiche die Dauer des oben beschriebenen Schattenwurfes zu veranschaulichen, wurde nach dem Vororttermin eine Auswahl an IP für die folgende Berechnung getroffen. Berücksichtigt wurden 59 exemplarisch ausgewählte IP innerhalb des Beschattungsbereiches der geplanten WEA.

Die Lage der untersuchten IP kann der beiliegenden Schattenwurfkarte entnommen werden. Hierbei handelt es sich um beispielhafte IP im Bereich von Wohnhäusern. Wenn sich auf einem Hof mehrere Wohngebäude befinden, wurde nur ein Wohnhaus pro Hof berücksichtigt. Die Informationen bezüglich der Lage der IP und ob es sich um Wohnhäuser handelt stammen vor allem aus dem verwendeten Kartenmaterial bzw. resultieren z. T. aus Erkenntnissen, welche während des Vororttermins gewonnen wurden. Zum Teil war es notwendig, die Lage von IP auf der Karte abzuschätzen, bzw. Annahmen bzgl. der Lage zu treffen, da z.B. während des Geländetermins nicht alle IP einsehbar waren.

Um für Siedlungsgebiete die Größenordnung der zu erwartenden Schattenwurfdauer zu veranschaulichen, wurden für die im Folgenden aufgeführten Bereiche exemplarisch einzelne Wohnhäuser ausgewählt.

- IP E und F für den Bereich Leer
- IP AE bis AL, AN, AO für den Bereich Horstmar
- IP V, AY bis BG, AM, AP für den Bereich Schöppingen

3.6 Immissionspunkt-Betrachtung und Schattenwurfkalender

Die Untersuchungen für die einzelnen IP beziehen sich auf einen ortsfesten Beobachter für 2 m Höhe über Grund. Bei den IP handelt es sich um Flächen mit einer Ausdehnung von 10 cm x 10 cm und nicht um vollständige Fenster- bzw. Terrassenflächen. Hindernisse (z.B. Bebauung, Bewuchs) bleiben unberücksichtigt. Die IP werden in den Tabellen im Anhang als Schattenrezeptoren bezeichnet.

Aufgrund der Verteilung der WEA wurde an den IP davon ausgegangen, dass die Möglichkeit bestehen könnte, dass von mehreren Seiten eine Beeinträchtigung durch Schattenwurf entsteht. Für die IP wurde der so genannte „Gewächshausmodus“ verwendet. Hierbei wird der Schattenwurf aus allen Himmelsrichtungen berücksichtigt. In den Karten der Schattenwurfprognose sind die IP als Kreisfläche dargestellt. Bei einer Berücksichtigung von z.B. Hindernissen und/oder Ausrichtung der Fenster können die Berechnungsergebnisse niedriger ausfallen.

Die im Anhang beiliegenden Schattenwurfkalender geben für die betrachteten IP einen ersten Anhaltspunkt, an welchen Tagen und zu welchen Zeiten durch die berücksichtigten WEA an den jeweiligen IP mit Schattenwurf gerechnet werden kann. Für die Programmierung einer Abschaltautomatik reichen die Schattenwurfkalender nicht aus. Um die exakten Zeitpunkte zu ermitteln, müssen nach der Errichtung entweder die Standorte der WEA und die zu berücksichtigenden Flächen (z.B. Fenster, Terrasse) in der Umgebung der IP sowie etwaige mögliche abschirmende Hindernisse (z.B. Gebäudeteile) genau vermessen und mit diesen Informationen die Zeitpunkte neu berechnet werden und/oder die Zeitangaben entsprechend empirisch überprüft und korrigiert werden. In den Berechnungen wird die Tagesanzahl im Jahr auf 365,25 Tage gemittelt. Dadurch können sich die Ergebnisse innerhalb eines Zeitraums von vier Jahren um bis zu einen Tag verschieben.

Die im Schattenwurfkalender verwendete Nomenklatur der WEA entspricht aus programmtechnischen Gründen nicht der in der Karte und im restlichen Gutachten gewählten Nomenklatur, sondern bezieht sich auf die erste Spalte im Hauptergebnis (Spalte vor den Koordinaten).

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beruhen auf den o.g. Annahmen. Eine Abweichung der tatsächlichen Schattenwurfreichweiten von den berücksichtigten Schattenwurfreichweiten (siehe Kap. 3.2) ist bei der Programmierung der erforderlichen Abschaltzeiten zu berücksichtigen.

4.1 Übersicht über die zu erwartende jährliche Schattenwurfdauer (Worst Case)

Anhand der im Anhang beigefügten Schattenwurfkarte wird unter den obigen Annahmen die zu erwartende jährliche Schattenwurfdauer bei einer Betrachtung der elf geplanten WEA veranschaulicht.

4.2 Belastung der betrachteten Immissionspunkte

Im Anhang befindet sich das Hauptergebnis, in dem die Gesamtbelastung bei einer Betrachtung der elf geplanten WEA berechnet wurde. Dazu befinden sich im Anhang die Schattenwurfkalender der IP.

Hinweis: Die in der Tabelle aufgeführte „Gesamtdauer der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA“ bezieht sich lediglich auf die näher untersuchten IP.

Bei den IP handelt es sich um Flächen mit einer Ausdehnung von 10 cm x 10 cm und nicht um vollständige Fenster- bzw. Terrassenflächen. Hindernisse (z.B. Bebauung, Bewuchs) bleiben unberücksichtigt.

5. Zusammenfassung

Die enveco GmbH wurde von der Schöppinger Berg GmbH & Co. KG mit der Erstellung der vorliegenden Schattenwurfprognose für elf geplante Windenergieanlagen (WEA 16 bis 26) beauftragt. Bei den Anlagen handelt es sich um WEA des Typs Enercon E-138 bzw. E-175.

Für die vorliegende Untersuchung wird davon ausgegangen, dass keine Vorbelastungen zu berücksichtigen sind. Der Auftraggeber wünscht die Vorgehensweise der sogenannten „Nullbeschattung“, d.h., dass durch die geplanten WEA an den umliegenden Immissionspunkten kein periodischer Schattenwurf auftreten soll.

Um für verschiedene Bereiche die Dauer des oben beschriebenen Schattenwurfes zu veranschaulichen, wurde nach dem Vororttermin eine Auswahl an Immissionspunkten für die Berechnung getroffen. Berücksichtigt wurden 59 exemplarisch ausgewählte IP innerhalb des Beschattungsbereiches der geplanten WEA.

Die Ergebnisse der Berechnungen des 'Worst Case' der berücksichtigten WEA auf die exemplarisch betrachteten IP sind in der Tabelle Hauptergebnisse im Anhang aufgeführt. Bei den IP handelt es sich um Flächen mit einer Ausdehnung von 10 cm x 10 cm und nicht um vollständige Fenster- bzw. Terrassenflächen. Hindernisse (z.B. Bebauung, Bewuchs) bleiben unberücksichtigt. Die in der Tabelle aufgeführte „Gesamtmenge der maximalen möglichen Beschattung an Rezeptoren pro WEA“ bezieht sich lediglich auf die näher untersuchten IP.

Um die sogenannte „Nullbeschattung“ an den betroffenen IP einzuhalten, sind Maßnahmen zu ergreifen, wie z. B. die Installierung einer Abschaltautomatik. Bei der Programmierung einer Abschaltautomatik sind alle betroffenen Bereiche wie z.B. Fenster, Balkone an allen relevanten IP zu berücksichtigen. Aus der Berechnung für die o.g. Flächen von 10 cm x 10 cm pro gesetztem IP kann nicht direkt abgeleitet werden, wie lange die entsprechende WEA abgeschaltet werden muss. Eine Reduzierung der Abschaltzeiten ist möglich, wenn es sich bei den betroffenen Bereichen nicht um maßgebliche Immissionsorte (siehe Kap. 2.2) handelt, wenn sichtverschattende Elemente wie z.B. Gebäudeteile, Bewuchs einen Schattenwurf verhindern oder falls sich geringere Schattenwurfreichweiten als angenommen ergeben (siehe Kap. 3.2). Es wird empfohlen, nach der Errichtung der WEA diese Aspekte detaillierter zu untersuchen, um unnötige Abschaltzeiten zu vermeiden. Die im Anhang beiliegenden Schattenwurfkalender reichen für die Programmierung einer Abschaltautomatik nicht aus (siehe Kap. 3.6). Um die exakten Zeitpunkte zu ermitteln, müssen nach der Errichtung entweder der Standort der WEA und die zu berücksichtigenden Flächen (z.B. Fenster, Terrasse) in der Umgebung der IP sowie etwaige mögliche abschirmende Hindernisse (z.B. Gebäudeteile) genau vermessen und mit diesen Informationen die Zeitpunkte neu berechnet werden und/oder die Zeitangaben entsprechend empirisch überprüft und korrigiert werden.

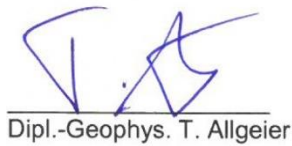
Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine Prognose, die auf Grundlage der WEA-Schattenwurf-Hinweise (siehe Kap. 2.2) und der vom Hersteller und Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten sowie der im Berechnungsprogramm (siehe Kap. 3) hinterlegten Daten etc. erstellt wurde. Eine physikalische Einhaltung der prognostizierten Werte wird hiermit nicht garantiert und seitens des Auftragnehmers wird keine Haftung für die dargestellten Ergebnisse übernommen.

Die Prognose wurde nach dem Stand der Technik und Wissenschaft und nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

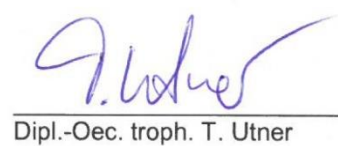
Die Untersuchung für weitere IP (z. B. für weitere Gebäude) kann, falls die Genehmigungsbehörde dies wünscht bzw. für erforderlich hält, nachgereicht werden.

Die immissionsschutzrechtliche Beurteilung dieser Untersuchung bleibt der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Münster, 28.11.2024

A stylized blue ink signature consisting of several loops and sharp angles.

Dipl.-Geophys. T. Allgeier

A blue ink signature that appears to read 'T. Utner' in a cursive style.

Dipl.-Oec. troph. T. Utner

Anmerkung: Diese Untersuchung umfasst inkl. Deckblatt 9 Seiten zzgl. Anhang. Sie darf nur als Ganzes weitergereicht werden – eine auszugsweise Verwendung ist nicht gestattet.

Anhang

- Informationsquellen
- Adressliste zu den betrachteten IP
- Übersichtskarte zur flächenhaften Darstellung der Berechnungsergebnisse bzgl. der jährlichen Schattenwurfdauer ('Worst Case')
- Hauptergebnis der Immissionspunktberechnung ('Worst Case') der berücksichtigten WEA auf die exemplarisch betrachteten IP
- Schattenwurfkalender

Informationsquellen

Geländetermin: 26.11.2024

Digitales Kartenmaterial - Daten über EMD-Server

- ABK © Geobasis NRW 2023

Digitales Geländemodell - Daten über EMD-Server

- NRW Elevation Model – 5m grid: Enthält modifizierte Höhendaten von Geobasis NRW (geobasis.nrw.de). Angepasst und vertrieben von EMD und windPRO. „dl-de/by-2-0“

Lage der Standorte der WEA, Anlagentypen und Nabenhöhen:

- WEA 16 bis 26 – gemäß Auftraggeber