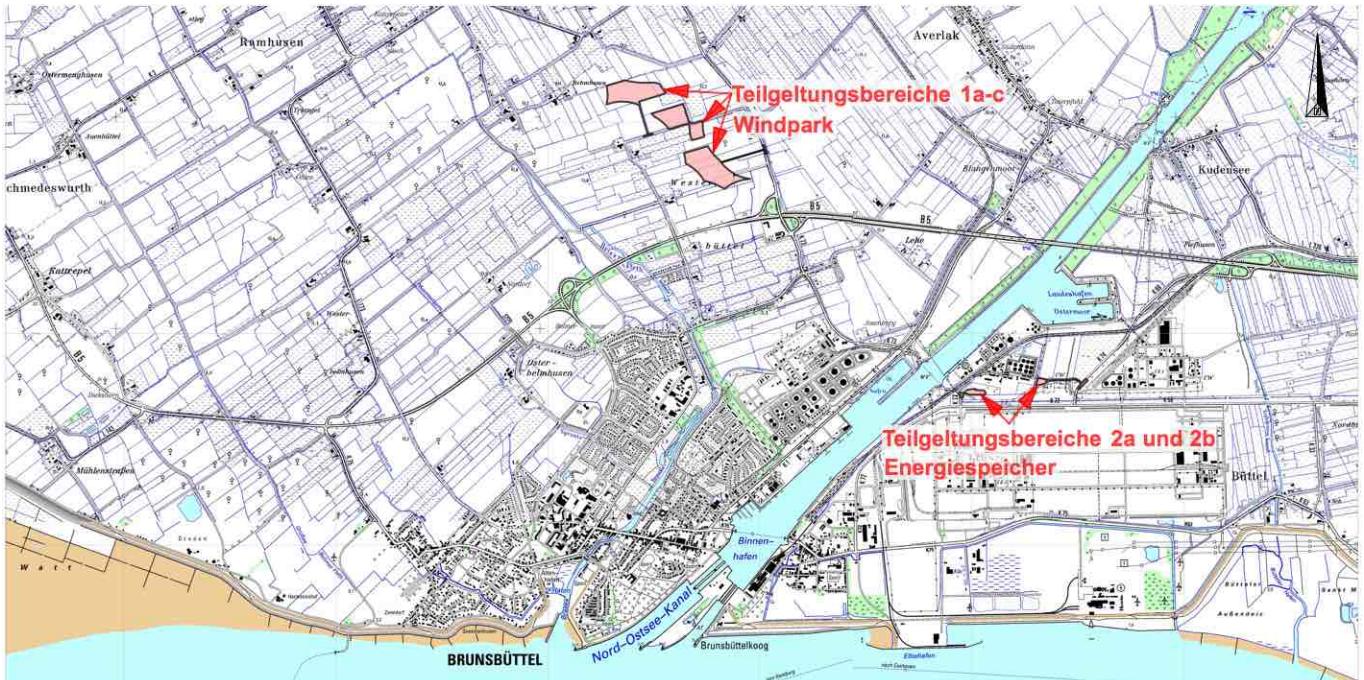


Stadt Brunsbüttel

Vorhabenbezogener B-Plan 77

VEP 4.2: Gutachtliche Stellungnahme zur Schattenwurfprognose im Windpark Westerbüttel



Vorhabenträger:



WIND TO GAS
Südermarsch

Planungsgesellschaft Wind to Gas
Brunsbüttel GmbH & Co. KG
Süderstraße 40
25709 Marne

Stand:

November 2016
Satzungsbeschluss

Gutachtliche Stellungnahme zur Schattenwurfprognose im Windpark Westerbüttel

Erstellt im Auftrag für

Planungsgesellschaft Wind to Gas Brunsbüttel GmbH & Co. KG

Marne

Revision 0

Hamburg, 08.12.2015

| Revision | Datum | Änderung |
|----------|------------|---------------|
| 0 | 08.12.2015 | Erste Ausgabe |

Gegenstand: Gutachtliche Stellungnahme zur Schattenwurfprognose im Windpark Westerbüttel

Referenz-Nr.: 2015-WND-SW-039-R0

Auftraggeber: Planungsgesellschaft Wind to Gas Brunsbüttel GmbH & Co. KG
Süderstraße 40
25709 Marne, Deutschland

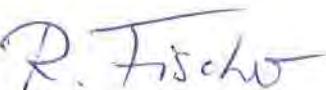
Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich, Deutschland

| WEA-Typ | P_{Nenn} [MW] | D [m] | NH [m] |
|-------------------|------------------------------|--------------|---------------|
| ENERCON E-115 TES | 3,000 | 115,7 | 92,0 |
| ENERCON E-101 | 3,050 | 101,0 | 99,0 |

Vom Auftraggeber eingereichte Unterlagen /2/:

- Lageplan des Windparks.
- WEA-Spezifikationen inkl. jeweiliger Angabe zu Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Nennleistung der geplanten und bestehenden WEA mit Koordinaten (UTM, ETRS89, Zone 32).
- Schallemissionen, Leistungskurven und Schubbeiwerte der geplanten WEA.

Die Ausarbeitung der gutachtlichen Stellungnahme erfolgte durch:

| | | |
|---------------|--|------------------------|
| Verfasser |  Dr. rer. nat. Rasmus Fischer Sachverständiger | Hamburg, 08.12.2015 |
| Geprüft durch |  Dipl.-Met. Christine Peeck Sachverständige | Hamburg, 08.12.2015 |

Für weitere Auskünfte:

TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG

Dr. R. Fischer
Große Bahnstraße 31
22525 Hamburg

Tel.: +49 40 8557 2381
Fax: +49 40 8557 2429
E-Mail: rafischer@tuev-nord.de

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Aufgabenstellung | 5 |
| 2 | Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Emissionen von Windenergieanlagen | 5 |
| 3 | Schattenwurfberechnung | 6 |
| 3.1 | <i>Eingangsdaten</i> | 6 |
| 3.2 | <i>Randbedingungen für die Berechnung</i> | 11 |
| 3.3 | <i>Ergebnisse</i> | 12 |
| 4 | Zusammenfassung und Bewertung | 14 |
| 5 | Formelzeichen und Abkürzungen | 17 |
| 6 | Literatur- und Quellenangaben | 18 |
| 7 | Anhang | 19 |
| 7.1 | <i>Detaillierte Berechnungsergebnisse</i> | 19 |

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen der Errichtung von fünf Windenergieanlagen (WEA 1 bis 5) am Standort Westerbüttel (Schleswig-Holstein) ist die TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG von der Planungsgesellschaft Wind to Gas Brunsbüttel GmbH & Co. KG mit der Durchführung einer Schattenwurfprognose beauftragt worden. Als Vorbelastung sind neun fremdgeplante WEA (WEA 06 bis 13 und 25) und 22 bestehende WEA (WEA 14 bis 24 und 26 bis 36) zu berücksichtigen.

Für die Schattenwurfprognose sind die astronomisch möglichen Beschattungsdauern für relevante Immissionspunkte (IP) und deren Bewertung nach Maßgaben des Landerausschuss für Immissionsschutz (LAI) /1/ zu ermitteln und zu bewerten.

Die Koordinaten und Spezifikationen der geplanten WEA sind durch den Auftraggeber übermittelt /2/, siehe Tabelle 1.

Im Rahmen der Schattenwurfprognose erfolgte gemäß den Vorgaben des LAI /1/ eine Standortbesichtigung. Diese wurde durch den Mitarbeiter der TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG Herrn Jonas Armbröster am 15.10.2015 durchgeführt.

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" des 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 SysTec GmbH & Co. KG für die Berechnung eingesetzte Programm WindPro 3.0 der Firma EMD /3/ ist eine bewährte und anerkannte Software zur Schattenwurfberechnung. Für die Schattenwurfberechnung werden ausgehend von der geographischen 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 Westerbüttel erfolgt gemäß eingereichtem Planungsstand für die Windparkkonfiguration /2/ aus Tabelle 1.

Die Bezeichnungen der einzelnen WEA in dieser gutachtlichen Stellungnahme beziehen sich auf die laufenden Nummern, die ebenfalls aus Tabelle 1 ersichtlich sind.

| Ifd. WEA- Nr. | WEA- Bezeich- nung | Koordinaten [m] | | WEA-Typ | P _{Nenn} [MW] | D [m] | NH [m] |
|--|--------------------------|-----------------|---------------|----------------------|---------------------------|----------|-----------|
| | | Rechts- wert | Hoch- wert | | | | |
|  01 | WEA 1 | 508615 | 5976247 | ENERCON E-115 TES | 3,000 | 115,7 | 92,0 |
|  02 | WEA 2 | 508950 | 5976325 | ENERCON E-101 | 3,050 | 101,0 | 99,0 |
|  03 | WEA 3 | 509206 | 5976057 | ENERCON E-101 | 3,050 | 101,0 | 99,0 |
|  04 | WEA 4 | 509371 | 5975633 | ENERCON E-115 TES | 3,000 | 115,7 | 92,0 |
|  05 | WEA 5 | 509655 | 5975442 | ENERCON E-115 TES | 3,000 | 115,7 | 92,0 |
|  06 | WKA1 G10/201 4/147 | 507473 | 5975551 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |

| Ifd. WEA- Nr. | WEA- Bezeich- nung | Koordinaten [m] | | WEA-Typ | P _{Nenn} [MW] | D [m] | NH [m] |
|---------------------|--------------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------------------|----------|-----------|
| | | Rechts- wert | Hoch- wert | | | | |
| 07 | WKA2 G10/201 4/148 | 507463 | 5975236 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |
| 08 | WKA3 G10/201 4/149 | 507784 | 5975256 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |
| 09 | WKA4 G10/201 4/150 | 507221 | 5974963 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |
| 10 | WKA1 G10/201 4/183 | 507868 | 5975625 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |
| 11 | WKA2 G10/201 4/184 | 508202 | 5975756 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |
| 12 | WKA3 G10/201 4/185 | 508100 | 5975367 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |
| 13 | WKA4 G10/201 4/186 | 508498 | 5975297 | Nordex N100/3300 | 3,300 | 99,8 | 100,0 |
| 14 | WKA G10/201 3/137 | 507063 | 5975264 | ENERCON E-101 | 3,000 | 101,0 | 99,6 |
| 15 | WKA 10 | 506850 | 5976338 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 16 | WKA 9 | 506587 | 5976235 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 17 | WKA 8 | 506357 | 5976107 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 18 | WKA 1 | 506117 | 5975955 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 19 | WKA 7 | 506538 | 5975926 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 20 | WKA 2 | 506311 | 5975797 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 21 | WKA 6 | 506804 | 5975689 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 22 | WKA 3 | 506518 | 5975637 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 23 | WKA 5 | 506990 | 5975522 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 24 | WKA 4 | 506772 | 5975360 | Vestas V80 | 2,000 | 80,0 | 60,0 |
| 25 | WEA 25 | 507681 | 5974939 | Senvion 3.2M114 | 3,200 | 114,0 | 93,0 |
| 26 | WEA 26 | 507077 | 5973990 | Nordex N52 | 1,000 | 52,0 | 60,0 |

| Ifd. WEA- Nr. | WEA- Bezeich- nung | Koordinaten [m] | | WEA-Typ | P _{Nenn} [MW] | D [m] | NH [m] |
|---------------------|--------------------------|-----------------|---------------|------------------------|---------------------------|----------|-----------|
| | | Rechts wert | Hoch- wert | | | | |
| 27 | DIN_1 | 506700 | 5978792 | Senvion 3.4M104 | 3,400 | 104,0 | 80,0 |
| 28 | DIN_2 | 506392 | 5978541 | Senvion 3.4M104 | 3,400 | 104,0 | 80,0 |
| 29 | DIN_3 | 506116 | 5978202 | Senvion 3.4M104 | 3,400 | 104,0 | 80,0 |
| 30 | DIN_4 | 506818 | 5978434 | Senvion 3.4M104 | 3,400 | 104,0 | 80,0 |
| 31 | DIN_5 | 506349 | 5977901 | Senvion 3.4M104 | 3,400 | 104,0 | 80,0 |
| 32 | DIN_6 | 506696 | 5978077 | Senvion 3.4M104 | 3,400 | 104,0 | 80,0 |
| 33 | DIN_7 | 507110 | 5978235 | Senvion 3.4M104 | 3,400 | 104,0 | 80,0 |
| 34 | DIN_8 | 506332 | 5978959 | Vestas V112-3.075MW | 3,075 | 112,0 | 94,0 |
| 35 | DIN_9 | 505832 | 5978736 | Vestas V112-3.075MW | 3,075 | 112,0 | 94,0 |
| 36 | DIN_10 | 505933 | 5979252 | Vestas V112-3.075MW | 3,075 | 112,0 | 94,0 |

Tabelle 1: Windparkkonfiguration (Koordinatensystem: UTM, ETRS89, Zone 32); geplanten WEA (grün), Bestands-WEA (blau) und fremdgeplant oder genehmigte WEA (rot)

Der Lageplan des geplanten Windparks Westerbüttel ist in Abbildung 1 dargestellt.

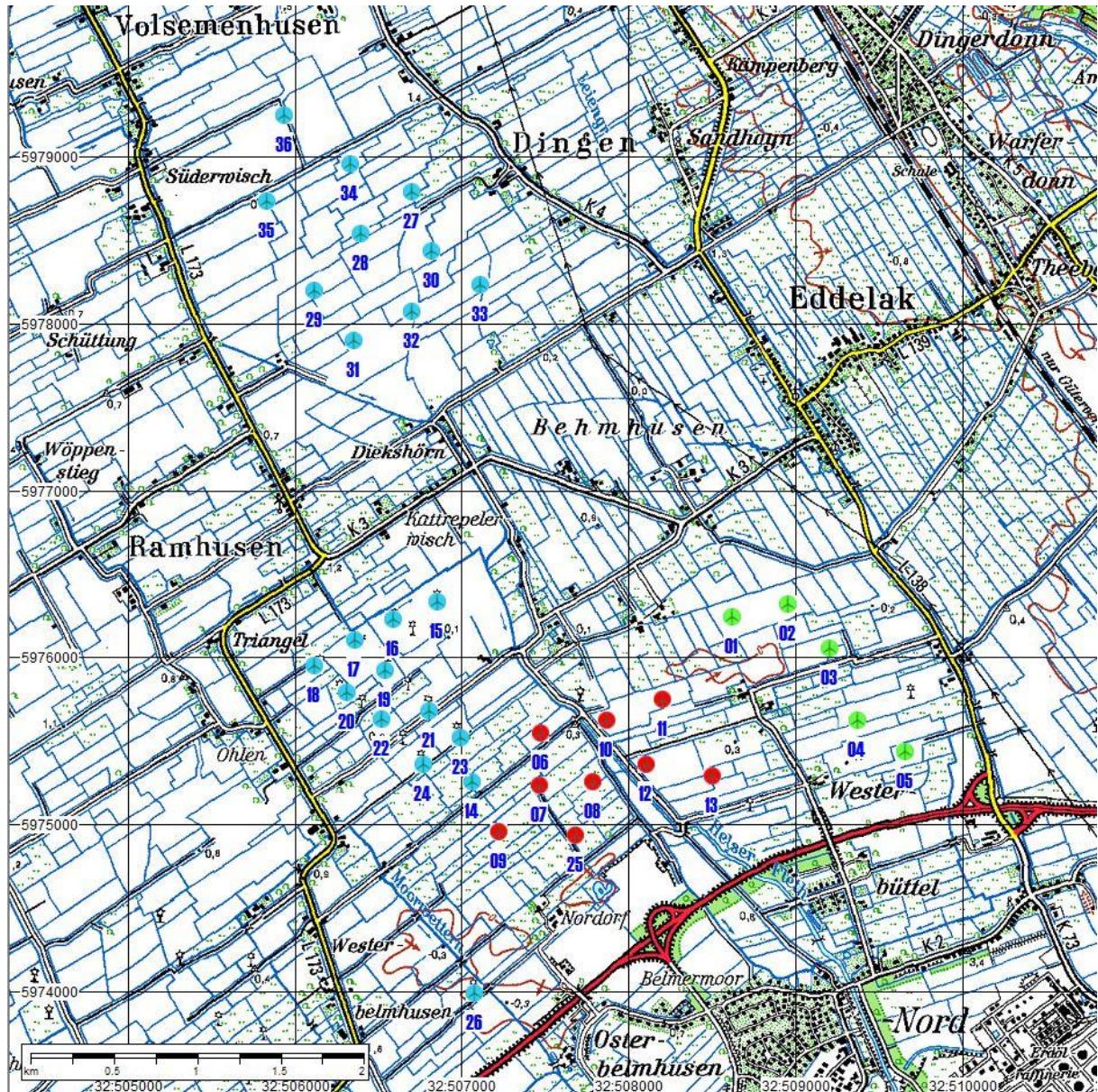


Abbildung 1: Lage des Windparks Westerbüttel, Auszug topografische Karte 1:50.000 (verkleinerte Darstellung) /4/

Als IP werden für die Schattenimmission relevante Standorte berücksichtigt (siehe Tabelle 2). Die Schattenwurfdauer wird entsprechend den Empfehlungen in /1/ für einen Punkt in 2,0m über Grund berechnet. Im weiteren Verlauf dieser gutachtlichen Stellungnahme beziehen sich die Bezeichnungen der IP auf die Angaben in Tabelle 2.

| IP | Postalische Bezeichnung | Koordinaten | |
|-------|--------------------------------------|-------------|---------|
| | | Rechts | Hoch |
| IP 01 | Kirchspielsweg 1, Brunsbüttel | 507165 | 5975980 |
| IP 02 | Süderbehmhusen 7, Eddelak | 507518 | 5976185 |
| IP 03 | Süderbehmhusen 5, Eddelak | 507593 | 5976083 |
| IP 04 | Süderbehmhusen 3, Eddelak | 508013 | 5976215 |
| IP 05 | Süderbehmhusen 1, Eddelak | 508150 | 5976264 |
| IP 06 | Süderbehmhusen 6, Eddelak | 507666 | 5976397 |
| IP 07 | Süderbehmhusen 4, Eddelak | 508220 | 5976703 |
| IP 08 | Behmhusener Straße 21, Brunsbüttel | 508465 | 5976830 |
| IP 09 | Süderstraße 40, Brunsbüttel | 509224 | 5977148 |
| IP 10 | Süderstraße 42, Brunsbüttel | 509305 | 5976950 |
| IP 11 | Liebesallee 21a, Brunsbüttel | 509555 | 5976703 |
| IP 12 | Liebesallee 1, Brunsbüttel | 509807 | 5976994 |
| IP 13 | Bauernweg 51, Brunsbüttel | 508700 | 5975785 |
| IP 14 | Bauernweg 50, Brunsbüttel | 508820 | 5975690 |
| IP 15 | Bauernweg 48, Brunsbüttel | 508900 | 5975600 |
| IP 16 | Bauernweg 42, Brunsbüttel | 509070 | 5975285 |
| IP 17 | Bauernweg 40, Brunsbüttel | 509107 | 5975242 |
| IP 18 | Bauernweg 34, Brunsbüttel | 509369 | 5974815 |
| IP 19 | Süderdonner Bauernweg 2, Brunsbüttel | 509994 | 5975994 |
| IP 20 | Fritz-Staiger-Straße 57, Brunsbüttel | 509855 | 5976072 |
| IP 21 | Fritz-Staiger-Straße 49, Brunsbüttel | 509954 | 5975886 |
| IP 22 | Fritz-Staiger-Straße 45, Brunsbüttel | 510085 | 5974895 |
| IP 23 | Akazienhof, Brunsbüttel | 508980 | 5974646 |
| IP 24 | Volsenweg 16, Brunsbüttel | 509138 | 5974616 |
| IP 25 | Volsenweg 37, Brunsbüttel | 509265 | 5974674 |
| IP 26 | Schüttungsweg 4, Brunsbüttel | 508240 | 5974779 |
| IP 27 | Schüttungsweg 2, Brunsbüttel | 508151 | 5974908 |
| IP 28 | Bemhusen 2, Eddelak | 507790 | 5977029 |
| IP 29 | Bemhusen 4, Eddelak | 507907 | 5976989 |

| IP | Postalische Bezeichnung | Koordinaten | |
|-------|-------------------------|-------------|---------|
| | | Rechts | Hoch |
| IP 30 | Bemhusen 6, Eddelak | 507621 | 5977107 |
| IP 31 | Tegelweg 4, Eddelak | 508393 | 5977066 |
| IP 32 | Tegelweg 2, Eddelak | 508307 | 5977107 |
| IP 33 | Klint 2, Eddelak | 507465 | 5976258 |
| IP 34 | Klint 10, Eddelak | 507360 | 5976643 |
| IP 35 | Klint 1, Eddelak | 507363 | 5976439 |
| IP 36 | Klint 3, Eddelak | 507287 | 5976701 |
| IP 37 | Klint 14, Eddelak | 507255 | 5976923 |

Tabelle 2: IP (Koordinatensystem: UTM, ETRS89, Zone 32)

Um Schattenwurf aus allen Richtungen zu erfassen, werden die IP 01 bis 37 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 7.1).

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 Sonnen-einstrahlung 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 Sonnenauf- und untergang beziehen, werden für den genauen geographischen Standort berechnet /3/.

3.3 Ergebnisse

Eine Übersicht der Berechnungsergebnisse ist in der folgenden Tabelle 3 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 Gesamt-, Zusatz- und Vorbelastung sind im Anhang dargestellt (siehe Kapitel 7.1).

| IP | Vorbelastung | | | Zusatzbelastung | | | Gesamtbelastung | | |
|-------|--------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| | Schatten Std./Jahr | Max. Schatten Std./Tag | Richtwert-über-schreitung | Schatten Std./Jahr | Max. Schatten Std./Tag | Richtwert-über-schreitung | Schatten Std./Jahr | Max. Schatten Std./Tag | Richtwert-über-schreitung |
| IP 01 | 237:21 | 1:51 | Ja | 4:44 | 0:17 | Nein | 242:05 | 1:51 | Ja |
| IP 02 | 137:47 | 1:34 | Ja | 13:18 | 0:29 | Nein | 151:05 | 1:34 | Ja |
| IP 03 | 197:51 | 2:06 | Ja | 14:59 | 0:27 | Nein | 212:50 | 2:06 | Ja |
| IP 04 | 132:10 | 1:50 | Ja | 49:30 | 0:53 | Ja | 181:40 | 1:50 | Ja |
| IP 05 | 96:40 | 1:35 | Ja | 79:55 | 1:13 | Ja | 176:35 | 1:35 | Ja |
| IP 06 | 57:50 | 0:45 | Ja | 19:32 | 0:38 | Ja | 77:22 | 0:59 | Ja |
| IP 07 | 3:38 | 0:10 | Nein | 93:33 | 1:07 | Ja | 97:11 | 1:07 | Ja |
| IP 08 | 7:33 | 0:16 | Nein | 73:45 | 1:07 | Ja | 81:18 | 1:23 | Ja |
| IP 09 | 0:00 | 0:00 | Nein | 13:41 | 0:24 | Nein | 13:41 | 0:24 | Nein |
| IP 10 | 6:54 | 0:15 | Nein | 54:11 | 0:55 | Ja | 55:25 | 0:55 | Ja |
| IP 11 | 2:43 | 0:14 | Nein | 58:33 | 0:57 | Ja | 60:56 | 0:57 | Ja |
| IP 12 | 0:00 | 0:00 | Nein | 23:28 | 0:33 | Ja | 23:28 | 0:33 | Ja |
| IP 13 | 144:02 | 0:57 | Ja | 78:39 | 0:44 | Ja | 222:41 | 1:06 | Ja |
| IP 14 | 116:03 | 1:03 | Ja | 53:26 | 0:48 | Ja | 169:29 | 1:12 | Ja |
| IP 15 | 91:31 | 1:04 | Ja | 79:46 | 0:57 | Ja | 171:17 | 1:28 | Ja |
| IP 16 | 76:17 | 1:03 | Ja | 45:43 | 0:46 | Ja | 122:00 | 1:18 | Ja |
| IP 17 | 69:25 | 0:57 | Ja | 72:16 | 0:48 | Ja | 141:41 | 1:09 | Ja |
| IP 18 | 36:17 | 0:25 | Ja | 0:00 | 0:00 | Nein | 36:17 | 0:25 | Ja |
| IP 19 | 2:19 | 0:13 | Nein | 107:02 | 0:45 | Ja | 109:21 | 0:51 | Ja |

| IP | Vorbelastung | | | Zusatzbelastung | | | Gesamtbelastung | | |
|-------|--------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|
| | Schatten Std./Jahr | Max. Schatten Std./Tag | Richtwert-über- schreitung | Schatten Std./Jahr | Max. Schatten Std./Tag | Richtwert-über- schreitung | Schatten Std./Jahr | Max. Schatten Std./Tag | Richtwert-über- schreitung |
| IP 20 | 4:53 | 0:15 | Nein | 101:13 | 0:50 | Ja | 106:06 | 0:50 | Ja |
| IP 21 | 2:38 | 0:14 | Nein | 142:05 | 0:53 | Ja | 142:25 | 0:53 | Ja |
| IP 22 | 2:28 | 0:13 | Nein | 0:00 | 0:00 | Nein | 2:28 | 0:13 | Nein |
| IP 23 | 16:27 | 0:19 | Nein | 0:00 | 0:00 | Nein | 16:27 | 0:19 | Nein |
| IP 24 | 17:07 | 0:17 | Nein | 0:00 | 0:00 | Nein | 17:07 | 0:17 | Nein |
| IP 25 | 24:49 | 0:25 | Nein | 0:00 | 0:00 | Nein | 24:49 | 0:25 | Nein |
| IP 26 | 94:49 | 1:05 | Ja | 10:07 | 0:16 | Nein | 104:56 | 1:18 | Ja |
| IP 27 | 110:42 | 1:10 | Ja | 13:48 | 0:19 | Nein | 124:30 | 1:23 | Ja |
| IP 28 | 6:09 | 0:14 | Nein | 21:19 | 0:25 | Nein | 27:28 | 0:27 | Nein |
| IP 29 | 1:58 | 0:11 | Nein | 34:08 | 0:37 | Ja | 36:06 | 0:37 | Ja |
| IP 30 | 12:47 | 0:16 | Nein | 13:26 | 0:21 | Nein | 26:13 | 0:30 | Nein |
| IP 31 | 0:00 | 0:00 | Nein | 30:53 | 0:34 | Ja | 30:53 | 0:34 | Ja |
| IP 32 | 0:00 | 0:00 | Nein | 26:55 | 0:29 | Nein | 26:55 | 0:29 | Nein |
| IP 33 | 101:22 | 0:55 | Ja | 12:26 | 0:29 | Nein | 113:48 | 0:55 | Ja |
| IP 34 | 41:30 | 0:41 | Ja | 7:33 | 0:20 | Nein | 49:03 | 0:41 | Ja |
| IP 35 | 74:41 | 0:51 | Ja | 8:59 | 0:24 | Nein | 83:40 | 0:59 | Ja |
| IP 36 | 47:33 | 0:52 | Ja | 6:22 | 0:19 | Nein | 53:55 | 0:52 | Ja |
| IP 37 | 40:31 | 0:52 | Ja | 5:53 | 0:19 | Nein | 46:24 | 0:52 | Ja |

Tabelle 3: Ergebnisse Schattenwurfdauer verursacht durch die WEA am Standort Westerbüttel an den jeweiligen IP

An den IP 01 bis 08, 10 bis 21, 26 bis 27, 29, 31 und 33 bis 37 kommt es zu Überschreitungen der Richtwerte.

An den IP 01 bis 06, 13 bis 18, 26, 27 und 33 bis 37 wird der Richtwert durch die Vorbelastung bereits überschritten.

An dem IP 07 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 5 jedoch überschritten.

An dem IP 29 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 4 jedoch überschritten.

An den IP 08 und 11 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 3 jedoch überschritten.

An dem IP 10 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 und 2 jedoch überschritten.

An den IP 19 bis 21 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 5 jedoch überschritten.

An dem IP 12 existiert keine Vorbelastung, der Richtwert wird durch die Zusatzbelastung, verursacht durch den Schattenwurf der WEA 1, 2 und 3.

An dem IP 31 existiert keine Vorbelastung, der Richtwert wird durch die Zusatzbelastung, verursacht durch den Schattenwurf der WEA 2 und 3.

4 Zusammenfassung und Bewertung

Im Rahmen der Errichtung von fünf Windenergieanlagen (WEA 1 bis 5) am Standort Westerbüttel (Schleswig-Holstein) ist die TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG von der Planungsgesellschaft Wind to Gas Brunsbüttel GmbH & Co. KG mit der Durchführung einer Schattenwurfprognose beauftragt worden. Als Vorbelastung sind neun fremdgeplante WEA (WEA 06 bis 13 und 25) und 22 bestehende WEA (WEA 14 bis 24 und 26 bis 36) zu berücksichtigen.

Mit Bezug auf den in /1/ genannten Bewertungskriterien liegt die Gesamtbelastung ohne schattenreduzierende Maßnahmen an den IP 01 bis 08, 10 bis 21, 26 bis 27, 29, 31 und 33 bis 37 über den Richtwerten von 30 Stunden pro Jahr bzw. 30 Minuten pro Tag.

An den IP 01 bis 06, 13 bis 18, 26, 27 und 33 bis 37 wird der Richtwert durch die Vorbelastung bereits überschritten.

An dem IP 07 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 5 jedoch überschritten.

An dem IP 29 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 4 jedoch überschritten.

An den IP 08 und 11 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 3 jedoch überschritten.

An dem IP 10 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 und 2 jedoch überschritten.

An den IP 19 bis 21 wird der Richtwert durch die Vorbelastung eingehalten, in der Summe mit der Zusatzbelastung aus dem Schattenwurf der WEA 1 bis 5 jedoch überschritten.

An dem IP 12 existiert keine Vorbelastung, der Richtwert wird durch die Zusatzbelastung, verursacht durch den Schattenwurf der WEA 1, 2 und 3.

An dem IP 31 existiert keine Vorbelastung, der Richtwert wird durch die Zusatzbelastung, verursacht durch den Schattenwurf der WEA 2 und 3.

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.

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 SysTec 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 SysTec 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 SysTec 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 SysTec GmbH & Co. KG. Eine Bezugnahme auf TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG ist nur bei Verwendung der Leistung in Gänze und unverändert zulässig.

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

5 Formelzeichen und Abkürzungen

| | | |
|------|--|-------|
| D | Rotordurchmesser | [m] |
| h | Höhe über Grund | [m] |
| IP | Immissionspunkt(e) | [-] |
| LAI | Länderausschuss für Immissionsschutz | [-] |
| LLUR | Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume | [-] |
| NH | Nabenhöhe | [m] |
| WEA | Windenergieanlage(n) | [-] |

6 Literatur- und Quellenangaben

- /1/ Länderausschuss für Immissionsschutz; Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise); Stand: 13.03.2002
- /2/ Planungsgesellschaft Wind to Gas Brunsbüttel GmbH & Co. KG; E-Mails mit beigefügten Koordinaten und Angaben zu WEA-Spezifikationen inkl. Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Nennleistung der geplanten und bestehenden WEA, Lageplan des Windparks; 25.08., 13.10., 21.10. und 10.11.2015
- /3/ EMD International A/S; WindPRO Version 3.0 (<http://www.emd.dk>); Denmark, 2015
- /4/ TOP50, Amtliche topografische Karten, Landesvermessungsämter der Bundesländer, (der Aktualisierungsstand der digitalen Daten entspricht dem der analogen Karten; der Aktualisierungszyklus beträgt 5 Jahre); 2003/2004

7 Anhang

7.1 Detaillierte Berechnungsergebnisse

Berechnungsergebnisse der Schattenwurfzeiten (SHADOW – Hauptergebnis)

- Vorbelastung – Hauptergebnis S. 19
- Vorbelastung – Karten S. 22
- Zusatzbelastung – Hauptergebnis S. 23
- Zusatzbelastung – Karten S. 25
- Gesamtbelastung – Hauptergebnis S. 26
- Gesamtbelastung – Karten S. 29

Projekt:
2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbroester / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 17.11.2015 09:04/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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)
 Berechnungszeitssprung 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 Sonneneinfallsrichtung
 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: 2015-10-14 Westerbuettel_H_100x100_utmETRS89z32_bearbeitet für Schall+Schatten.map (1)

Hindernisse in Berechnung verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

| Ost | Nord | Z | Beschreibung | WEA-Typ | | | Nenn- leistung [kW] | Rotor- durchmesser [m] | Nabenhöhe [m] | Schattendaten | |
|-----|---------|-----------|----------------------------|---------|------------|-----------------|---------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|-------|
| | | | | Aktuell | Hersteller | Typ | | | | Beschatt.- Bereich [m] | U/min |
| 06 | 507.473 | 5.975.551 | 0,0 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 07 | 507.463 | 5.975.236 | 0,0 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 08 | 507.784 | 5.975.256 | 0,6 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 09 | 507.221 | 5.974.963 | 0,0 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 10 | 507.868 | 5.975.625 | 0,2 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 11 | 508.202 | 5.975.756 | 0,6 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 12 | 508.100 | 5.975.367 | 0,6 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 13 | 508.498 | 5.975.297 | 1,0 NORDEX N100/3300 3... | Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 |
| 14 | 507.063 | 5.975.264 | 0,0 ENERCON E-101 3000 ... | Nein | ENERCON | E-101-3.000 | 3.000 | 101,0 | 99,6 | 2.216 | 14,5 |
| 15 | 506.850 | 5.976.338 | 0,1 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 16 | 506.587 | 5.976.235 | 0,2 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 17 | 506.357 | 5.976.107 | 0,4 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 18 | 506.117 | 5.975.955 | 0,5 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 19 | 506.538 | 5.975.926 | 0,3 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 20 | 506.311 | 5.975.797 | 0,4 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 21 | 506.804 | 5.975.689 | 0,1 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 22 | 506.518 | 5.975.637 | 0,2 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 23 | 506.990 | 5.975.522 | 0,0 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 24 | 506.772 | 5.975.360 | 0,0 VESTAS V80-2.0MW 2... | Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 |
| 25 | 507.681 | 5.974.939 | 0,7 REpower 3.2M114 320... | Nein | REpower | 3.2M114-3.200 | 3.200 | 114,0 | 93,0 | 1.718 | 12,6 |
| 26 | 507.073 | 5.973.982 | 0,0 NORDEX N52 1000 52... | Ja | NORDEX | N52-1.000 | 1.000 | 52,0 | 60,0 | 856 | 23,8 |
| 27 | 506.700 | 5.978.792 | 0,8 REpower 3.4M104 340... | Nein | REpower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 |
| 28 | 506.390 | 5.978.541 | 0,7 REpower 3.4M104 340... | Nein | REpower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 |
| 29 | 506.116 | 5.978.202 | 0,5 REpower 3.4M104 340... | Nein | REpower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 |
| 30 | 506.817 | 5.978.434 | 0,8 REpower 3.4M104 340... | Nein | REpower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 |
| 31 | 506.349 | 5.977.901 | 0,7 REpower 3.4M104 340... | Nein | REpower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 |
| 32 | 506.694 | 5.978.077 | 0,8 REpower 3.4M104 340... | Nein | REpower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 |
| 33 | 507.110 | 5.978.235 | 0,7 REpower 3.4M104 340... | Nein | REpower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 |
| 34 | 506.332 | 5.978.959 | 0,8 VESTAS V112 3000 11... | Nein | VESTAS | V112-3.000 | 3.000 | 112,0 | 94,0 | 1.711 | 12,8 |
| 35 | 505.832 | 5.978.736 | 0,2 VESTAS V112 3000 11... | Nein | VESTAS | V112-3.000 | 3.000 | 112,0 | 94,0 | 1.711 | 12,8 |
| 36 | 505.933 | 5.979.252 | 1,0 VESTAS V112 3000 11... | Nein | VESTAS | V112-3.000 | 3.000 | 112,0 | 94,0 | 1.711 | 12,8 |

Projekt:
2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbroester / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 17.11.2015 09:04/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Schattenrezeptor-Eingabe

| Nr. | Ost | Nord | Z | Breite | Höhe | Höhe über Grund | Azimutwinkel (von Süd) | Neigung des Fensters | Ausrichtungsmodus |
|-------|---------|-----------|-----|--------|------|--------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|
| | | | | [m] | [m] | [m] | [°] | [°] | |
| IP 01 | 507.165 | 5.975.980 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 02 | 507.518 | 5.976.185 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 03 | 507.593 | 5.976.083 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 04 | 508.013 | 5.976.215 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 05 | 508.150 | 5.976.264 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 06 | 507.666 | 5.976.397 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 07 | 508.220 | 5.976.703 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 08 | 508.465 | 5.976.830 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 09 | 509.224 | 5.977.148 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 10 | 509.305 | 5.976.950 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 11 | 509.555 | 5.976.703 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 12 | 509.807 | 5.976.994 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 13 | 508.700 | 5.975.785 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 14 | 508.820 | 5.975.690 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 15 | 508.900 | 5.975.600 | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 16 | 509.070 | 5.975.285 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 17 | 509.107 | 5.975.242 | 1,9 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 18 | 509.369 | 5.974.815 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 19 | 509.994 | 5.975.994 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 20 | 509.855 | 5.976.072 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 21 | 509.954 | 5.975.886 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 22 | 510.085 | 5.974.895 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 23 | 508.980 | 5.974.646 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 24 | 509.138 | 5.974.616 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 25 | 509.265 | 5.974.674 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 26 | 508.240 | 5.974.779 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 27 | 508.151 | 5.974.908 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 28 | 507.790 | 5.977.029 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 29 | 507.907 | 5.976.989 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 30 | 507.621 | 5.977.107 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 31 | 508.393 | 5.977.066 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 32 | 508.307 | 5.977.107 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 33 | 507.465 | 5.976.258 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 34 | 507.360 | 5.976.643 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 35 | 507.363 | 5.976.439 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 36 | 507.287 | 5.976.701 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 37 | 507.255 | 5.976.923 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

| Nr. | Stunden/Jahr | Schattentage/a | Max.Schatten Stunden/Tag |
|-------|--------------|----------------|-----------------------------|
| | [Std/Jahr] | [Tage/Jahr] | [Std/Tag] |
| IP 01 | 237:21 | 294 | 1:51 |
| IP 02 | 137:47 | 243 | 1:34 |
| IP 03 | 197:51 | 241 | 2:06 |
| IP 04 | 132:10 | 139 | 1:50 |
| IP 05 | 96:40 | 122 | 1:35 |
| IP 06 | 57:50 | 157 | 0:45 |
| IP 07 | 3:38 | 31 | 0:10 |
| IP 08 | 7:33 | 36 | 0:16 |
| IP 09 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 10 | 6:54 | 54 | 0:15 |
| IP 11 | 2:43 | 19 | 0:14 |
| IP 12 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 13 | 144:02 | 241 | 0:57 |
| IP 14 | 116:03 | 223 | 1:03 |
| IP 15 | 91:31 | 182 | 1:04 |
| IP 16 | 76:17 | 184 | 1:03 |
| IP 17 | 69:25 | 176 | 0:57 |
| IP 18 | 36:17 | 136 | 0:25 |
| IP 19 | 2:19 | 16 | 0:13 |

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbroester / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 17.11.2015 09:04/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelaistung

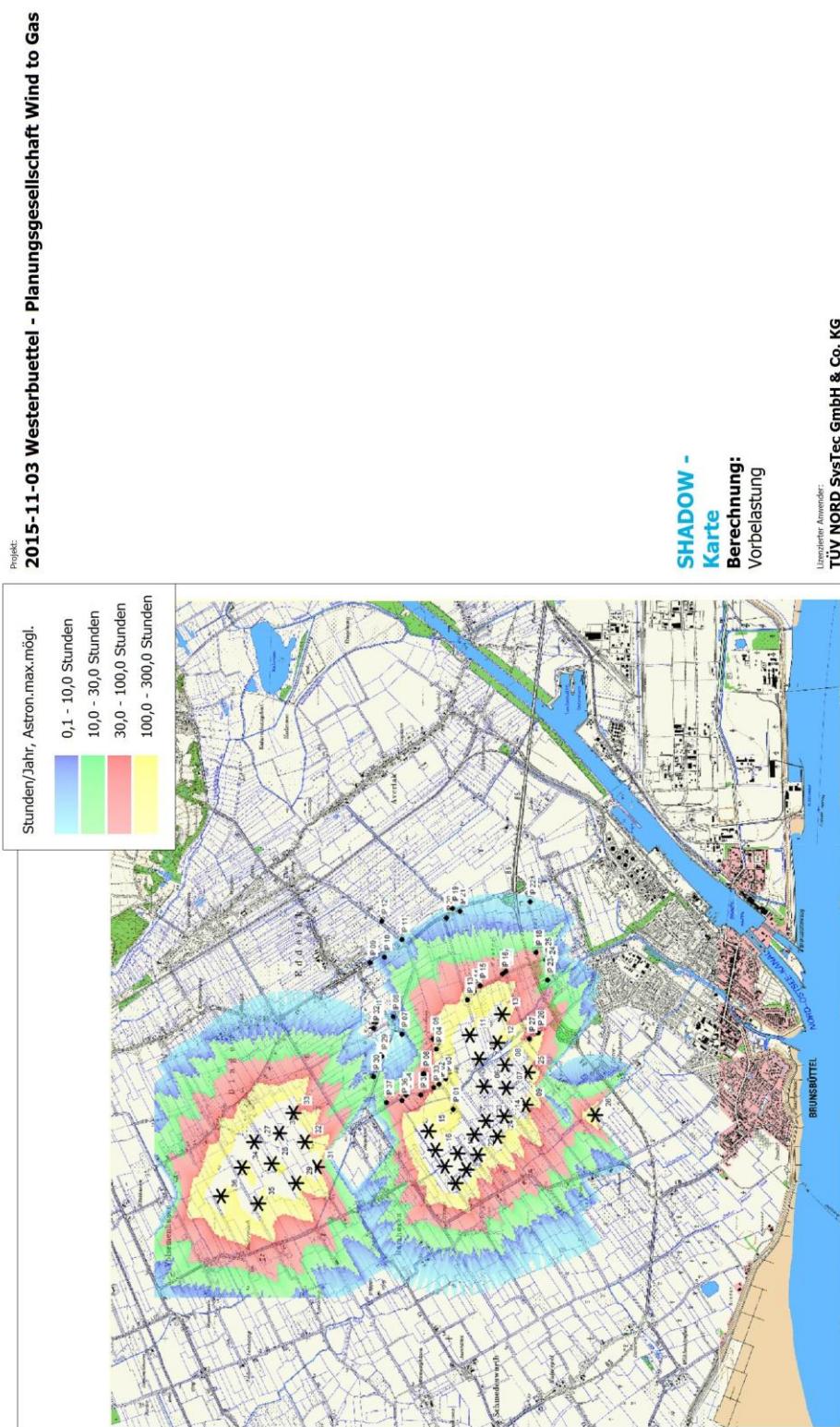
... (Fortsetzung von letzter Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

| Nr. | Stunden/Jahr | Schattentage/a | Max.Schatten Stunden/Tag |
|-------|--------------|----------------|-----------------------------|
| | [Std/Jahr] | [Tage/Jahr] | [Std/Tag] |
| IP 20 | 4:53 | 33 | 0:15 |
| IP 21 | 2:38 | 18 | 0:14 |
| IP 22 | 2:28 | 18 | 0:13 |
| IP 23 | 16:27 | 86 | 0:19 |
| IP 24 | 17:07 | 98 | 0:17 |
| IP 25 | 24:49 | 111 | 0:25 |
| IP 26 | 94:49 | 146 | 1:05 |
| IP 27 | 110:42 | 168 | 1:10 |
| IP 28 | 6:09 | 49 | 0:14 |
| IP 29 | 1:58 | 16 | 0:11 |
| IP 30 | 12:47 | 84 | 0:16 |
| IP 31 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 32 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 33 | 101:22 | 237 | 0:55 |
| IP 34 | 41:30 | 122 | 0:41 |
| IP 35 | 74:41 | 182 | 0:51 |
| IP 36 | 47:33 | 93 | 0:52 |
| IP 37 | 40:31 | 70 | 0:52 |

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

| Nr. Name | Maximal [Std/Jahr] | Erwartet [Std/Jahr] |
|--|-----------------------|------------------------|
| 06 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (63) | 167:41 | |
| 07 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (64) | 88:34 | |
| 08 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (65) | 69:45 | |
| 09 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (66) | 21:46 | |
| 10 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (67) | 176:15 | |
| 11 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (68) | 321:12 | |
| 12 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (69) | 121:01 | |
| 13 NORDEX N100/3300 3300 99.8 !OI NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (70) | 250:55 | |
| 14 ENERCON E-101 3000 101,0 !- NH: 99,6 m (Ges:150,1 m) (71) | 54:54 | |
| 15 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (89) | 122:48 | |
| 16 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (90) | 67:26 | |
| 17 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (91) | 24:29 | |
| 18 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (92) | 8:31 | |
| 19 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (93) | 37:41 | |
| 20 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (94) | 15:28 | |
| 21 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (95) | 52:27 | |
| 22 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (96) | 22:32 | |
| 23 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (97) | 46:28 | |
| 24 VESTAS V80-2.0MW 2000 80,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (98) | 26:32 | |
| 25 REpower 3.2M114 3200 114,0 !OI NH: 93,0 m (Ges:150,0 m) (190) | 139:40 | |
| 26 NORDEX N52 1000 52,0 !OI NH: 60,0 m (Ges:86,0 m) (73) | 0:00 | |
| 27 REpower 3.4M104 3400 104,0 !OI NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (74) | 0:00 | |
| 28 REpower 3.4M104 3400 104,0 !OI NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (75) | 0:00 | |
| 29 REpower 3.4M104 3400 104,0 !OI NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (76) | 0:00 | |
| 30 REpower 3.4M104 3400 104,0 !OI NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (77) | 0:00 | |
| 31 REpower 3.4M104 3400 104,0 !OI NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (78) | 5:59 | |
| 32 REpower 3.4M104 3400 104,0 !OI NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (79) | 0:00 | |
| 33 REpower 3.4M104 3400 104,0 !OI NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (80) | 0:00 | |
| 34 VESTAS V112 3000 112,0 !OI NH: 94,0 m (Ges:150,0 m) (81) | 0:00 | |
| 35 VESTAS V112 3000 112,0 !OI NH: 94,0 m (Ges:150,0 m) (82) | 0:00 | |
| 36 VESTAS V112 3000 112,0 !OI NH: 94,0 m (Ges:150,0 m) (83) | 0:00 | |



Projekt:
2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbroester / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 17.11.2015 14:09/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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)
 Berechnungszeitssprung 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 Sonneneinfallsrichtung
 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: 2015-10-14 Westerbuettel_H_100x100_utmETRS89z32_bearbeitet für Schall+Schatten.map (1)

Hindernisse in Berechnung verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

| Ost | Nord | Z | Beschreibung | WEA-Typ | | | Nenn- leistung [kW] | Rotor- durchmesser [m] | Nabenhöhe [m] | Schattendaten | |
|-----|---------|-----------|--------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|
| | | | | Aktuell | Hersteller | Typ | | | | Beschatt.- Bereich [m] | U/min [U/min] |
| 01 | 508.615 | 5.976.247 | 1,2 ENERCON E-115 TES 30... Ja | ENERCON | E-115 TES-3.000 | 3.000 | 115,7 | 92,0 | 92,0 | 2.011 | 12,8 |
| 02 | 508.950 | 5.976.325 | 1,7 ENERCON E-101 3050 1... Ja | ENERCON | E-101-3.050 | 3.050 | 101,0 | 99,0 | 99,0 | 2.216 | 14,5 |
| 03 | 509.206 | 5.976.057 | 2,0 ENERCON E-101 3050 1... Ja | ENERCON | E-101-3.050 | 3.050 | 101,0 | 99,0 | 99,0 | 2.216 | 14,5 |
| 04 | 509.371 | 5.975.633 | 1,7 ENERCON E-115 TES 30... Ja | ENERCON | E-115 TES-3.000 | 3.000 | 115,7 | 92,0 | 92,0 | 2.011 | 12,8 |
| 05 | 509.655 | 5.975.442 | 1,4 ENERCON E-115 TES 30... Ja | ENERCON | E-115 TES-3.000 | 3.000 | 115,7 | 92,0 | 92,0 | 2.011 | 12,8 |

Schattenrezeptor-Eingabe

| Nr. | Ost | Nord | Z | Breite | Höhe | Höhe über Grund | Azimutwinkel (von Süd) | Neigung des Fensters | Ausrichtungsmodus | | |
|-------|---------|-----------|-----|--------|------|--------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|-----|-----|
| | | | | | | | | | [m] | [m] | [m] |
| IP 01 | 507.165 | 5.975.980 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 02 | 507.518 | 5.976.185 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 03 | 507.593 | 5.976.083 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 04 | 508.013 | 5.976.215 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 05 | 508.150 | 5.976.264 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 06 | 507.666 | 5.976.397 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 07 | 508.220 | 5.976.703 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 08 | 508.465 | 5.976.830 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 09 | 509.224 | 5.977.148 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 10 | 509.305 | 5.976.950 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 11 | 509.555 | 5.976.703 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 12 | 509.807 | 5.976.994 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 13 | 508.700 | 5.975.785 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 14 | 508.820 | 5.975.690 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 15 | 508.900 | 5.975.600 | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 16 | 509.070 | 5.975.285 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 17 | 509.107 | 5.975.242 | 1,9 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 18 | 509.369 | 5.974.815 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 19 | 509.994 | 5.975.994 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 20 | 509.855 | 5.976.072 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 21 | 509.954 | 5.975.886 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 22 | 510.085 | 5.974.895 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 23 | 508.980 | 5.974.646 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 24 | 509.138 | 5.974.616 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 25 | 509.265 | 5.974.674 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 26 | 508.240 | 5.974.779 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |
| IP 27 | 508.151 | 5.974.908 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" | | |

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbroester / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 17.11.2015 14:09/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

... (Fortsetzung von letzter Seite)

| Nr. | Ost | Nord | Z | Breite | Höhe | Höhe über Grund | Azimutwinkel (von Süd) | Neigung des Fensters | Ausrichtungsmodus |
|-------|---------|-----------|-----|--------|------|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| | | | | [m] | [m] | [m] | [m] | [°] | |
| IP 28 | 507.790 | 5.977.029 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 29 | 507.907 | 5.976.989 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 30 | 507.621 | 5.977.107 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 31 | 508.393 | 5.977.066 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 32 | 508.307 | 5.977.107 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 33 | 507.465 | 5.976.258 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 34 | 507.360 | 5.976.643 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 35 | 507.363 | 5.976.439 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 36 | 507.287 | 5.976.701 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 37 | 507.255 | 5.976.923 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |

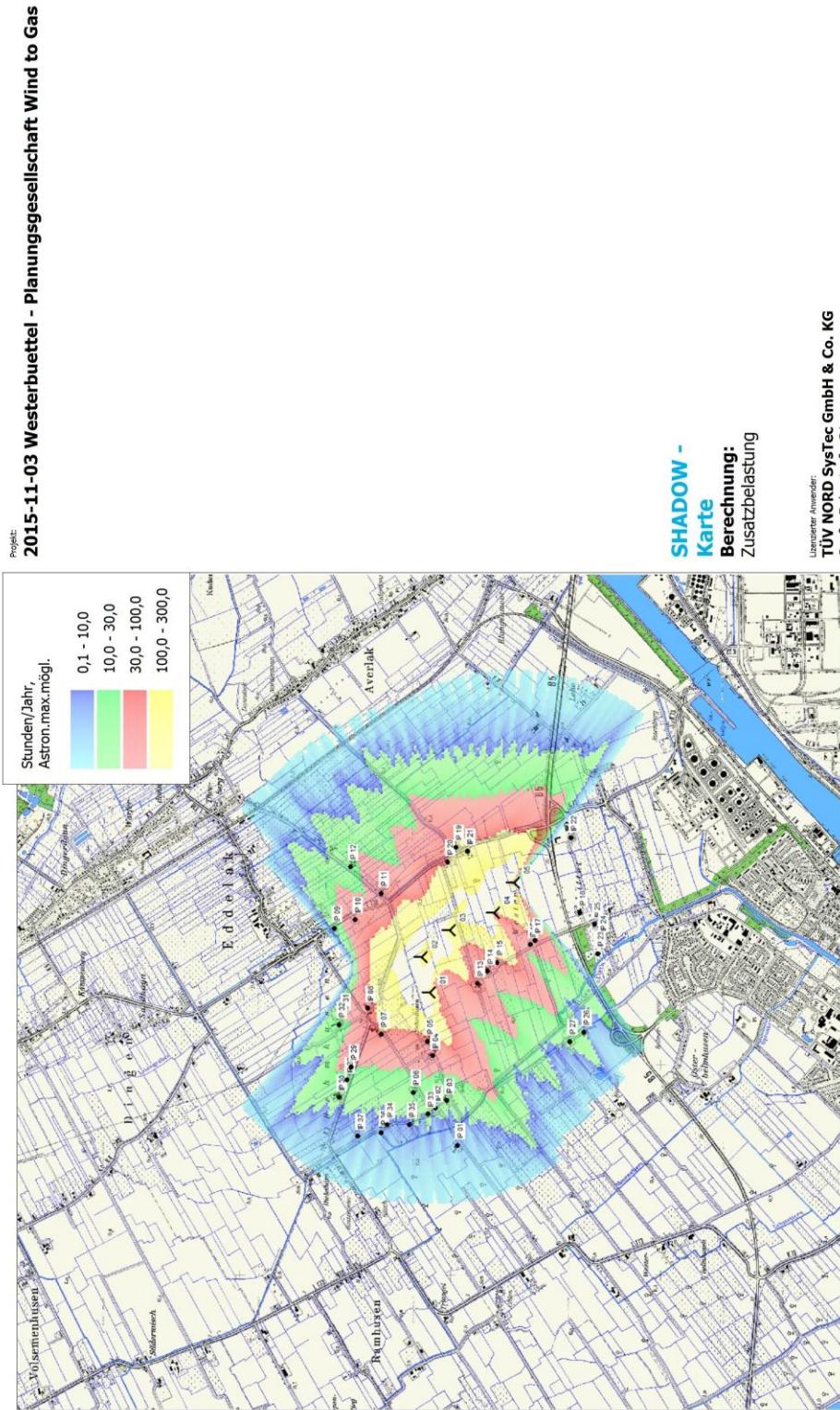
Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

| Nr. | Stunden/Jahr | Shattentage/a | Max. Schatten Stunden/Tag |
|-------|--------------|---------------|---------------------------|
| | [Std/Jahr] | [Tage/Jahr] | [Std/Tag] |
| IP 01 | 4:44 | 32 | 0:17 |
| IP 02 | 13:18 | 60 | 0:29 |
| IP 03 | 14:59 | 66 | 0:27 |
| IP 04 | 49:30 | 110 | 0:53 |
| IP 05 | 79:55 | 134 | 1:13 |
| IP 06 | 19:32 | 65 | 0:38 |
| IP 07 | 93:33 | 145 | 1:07 |
| IP 08 | 73:45 | 104 | 1:07 |
| IP 09 | 13:41 | 42 | 0:24 |
| IP 10 | 54:11 | 86 | 0:55 |
| IP 11 | 58:33 | 106 | 0:57 |
| IP 12 | 23:28 | 80 | 0:33 |
| IP 13 | 78:39 | 143 | 0:44 |
| IP 14 | 53:26 | 97 | 0:48 |
| IP 15 | 79:46 | 128 | 0:57 |
| IP 16 | 45:43 | 80 | 0:46 |
| IP 17 | 72:16 | 116 | 0:48 |
| IP 18 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 19 | 107:02 | 206 | 0:45 |
| IP 20 | 101:13 | 206 | 0:50 |
| IP 21 | 142:05 | 234 | 0:53 |
| IP 22 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 23 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 24 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 25 | 0:00 | 0 | 0:00 |
| IP 26 | 10:07 | 65 | 0:16 |
| IP 27 | 13:48 | 72 | 0:19 |
| IP 28 | 21:19 | 81 | 0:25 |
| IP 29 | 34:08 | 114 | 0:37 |
| IP 30 | 13:26 | 64 | 0:21 |
| IP 31 | 30:53 | 64 | 0:34 |
| IP 32 | 26:55 | 66 | 0:29 |
| IP 33 | 12:26 | 59 | 0:29 |
| IP 34 | 7:33 | 36 | 0:20 |
| IP 35 | 8:59 | 39 | 0:24 |
| IP 36 | 6:22 | 35 | 0:19 |
| IP 37 | 5:53 | 36 | 0:19 |

Gesamtmenge der max. mögl. Beschartung an Rezeptoren pro WEA

| Nr. | Name | Maximal [Std/Jahr] | Erwartet [Std/Jahr] |
|-----|---|--------------------|---------------------|
| 01 | ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !0! NH: 92,0 m (Ges:149,9 m) (1) | 275:01 | |
| 02 | ENERCON E-101 3050 101.0 I-! NH: 99,0 m (Ges:149,5 m) (2) | 209:00 | |
| 03 | ENERCON E-101 3050 101.0 I-! NH: 99,0 m (Ges:149,5 m) (3) | 195:44 | |
| 04 | ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !0! NH: 92,0 m (Ges:149,9 m) (4) | 236:19 | |
| 05 | ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !0! NH: 92,0 m (Ges:149,9 m) (5) | 248:48 | |



Projekt:

2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziertes Anwender:

TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG

Große Bahnstraße 31

DE-22525 Hamburg

+49 40 8557 2734

Jonas Armbröster / jarmbroester@tuev-nord.de

Berechnet:

17.11.2015 14:06/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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)
 Berechnungszeitssprung 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 Sonneneinfallsrichtung
 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: 2015-10-14 Westerbuettel_H_100x100_utmETRS89z32_bearbeitet für Schall+Schatten.map (1)

Hindernisse in Berechnung verwendet

Augenhöhe: 1,5 m

Rasterauflösung: 10,0 m

Alle Koordinatenangaben in
 UTM (north)-ETRS89 Zone: 32

WEA

| Ost | Nord | Z | Beschreibung | WEA-Typ | | | Nenn- leistung [kW] | Rotor- durchmesser [m] | Nabenhöhe [m] | Schattendaten | |
|-----|---------|-----------|---------------------------------|---------|-----------------|-------|---------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|
| | | | | Aktuell | Hersteller | Typ | | | | Beschatt.- Bereich [m] | U/min [U/min] |
| 01 | 508.615 | 5.976.247 | 1,2 ENERCON E-115 TES 3... Ja | ENERCON | E-115 TES-3.000 | 3.000 | 115,7 | 92,0 | 2.011 | 12,8 | |
| 02 | 508.950 | 5.976.325 | 1,7 ENERCON E-101 3050 ... Ja | ENERCON | E-101-3.050 | 3.050 | 101,0 | 99,0 | 2.216 | 14,5 | |
| 03 | 509.206 | 5.976.057 | 2,0 ENERCON E-101 3050 ... Ja | ENERCON | E-101-3.050 | 3.050 | 101,0 | 99,0 | 2.216 | 14,5 | |
| 04 | 509.371 | 5.975.633 | 1,7 ENERCON E-115 TES 3... Ja | ENERCON | E-115 TES-3.000 | 3.000 | 115,7 | 92,0 | 2.011 | 12,8 | |
| 05 | 509.655 | 5.975.442 | 1,4 ENERCON E-115 TES 3... Ja | ENERCON | E-115 TES-3.000 | 3.000 | 115,7 | 92,0 | 2.011 | 12,8 | |
| 06 | 507.473 | 5.975.551 | 0,0 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 07 | 507.463 | 5.975.236 | 0,0 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 08 | 507.784 | 5.975.256 | 0,6 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 09 | 507.221 | 5.974.963 | 0,0 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 10 | 507.868 | 5.975.625 | 0,2 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 11 | 508.202 | 5.975.756 | 0,6 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 12 | 508.100 | 5.975.367 | 0,6 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 13 | 508.498 | 5.975.297 | 1,0 NORDEX N100/3300 3... Ja | NORDEX | N100/3300-3.300 | 3.300 | 99,8 | 100,0 | 1.700 | 14,3 | |
| 14 | 507.063 | 5.975.264 | 0,0 ENERCON E-101 3000 ... Nein | ENERCON | E-101-3.000 | 3.000 | 101,0 | 99,6 | 2.216 | 14,5 | |
| 15 | 506.850 | 5.976.338 | 0,1 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 16 | 506.587 | 5.976.235 | 0,2 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 17 | 506.357 | 5.976.107 | 0,4 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 18 | 506.117 | 5.975.955 | 0,5 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 19 | 506.538 | 5.975.926 | 0,3 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 20 | 506.311 | 5.975.797 | 0,4 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 21 | 506.804 | 5.975.689 | 0,1 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 22 | 506.518 | 5.975.637 | 0,2 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 23 | 506.990 | 5.975.522 | 0,0 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 24 | 506.772 | 5.975.360 | 0,0 VESTAS V80-2.0MW 2... Ja | VESTAS | V80-2.0MW-2.000 | 2.000 | 80,0 | 60,0 | 1.583 | 16,7 | |
| 25 | 507.681 | 5.974.939 | 0,7 REPower 3.2M114 320... Nein | REPower | 3.2M114-3.200 | 3.200 | 114,0 | 93,0 | 1.718 | 12,6 | |
| 26 | 507.073 | 5.973.982 | 0,0 NORDEX N52 1000 52... Ja | NORDEX | N52-1.000 | 1.000 | 52,0 | 60,0 | 856 | 23,8 | |
| 27 | 506.700 | 5.978.792 | 0,8 REPower 3.4M104 340... Nein | REPower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 | |
| 28 | 506.392 | 5.978.541 | 0,7 REPower 3.4M104 340... Nein | REPower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 | |
| 29 | 506.116 | 5.978.202 | 0,5 REPower 3.4M104 340... Nein | REPower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 | |
| 30 | 506.817 | 5.978.434 | 0,8 REPower 3.4M104 340... Nein | REPower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 | |
| 31 | 506.349 | 5.977.901 | 0,7 REPower 3.4M104 340... Nein | REPower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 | |
| 32 | 506.696 | 5.978.077 | 0,8 REPower 3.4M104 340... Nein | REPower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 | |
| 33 | 507.110 | 5.978.235 | 0,7 REPower 3.4M104 340... Nein | REPower | 3.4M104-3.400 | 3.400 | 104,0 | 80,0 | 1.715 | 13,8 | |
| 34 | 506.332 | 5.978.959 | 0,8 VESTAS V112 3000 11... Nein | VESTAS | V112-3.000 | 3.000 | 112,0 | 94,0 | 1.711 | 12,8 | |
| 35 | 505.832 | 5.978.736 | 0,2 VESTAS V112 3000 11... Nein | VESTAS | V112-3.000 | 3.000 | 112,0 | 94,0 | 1.711 | 12,8 | |
| 36 | 505.933 | 5.979.252 | 1,0 VESTAS V112 3000 11... Nein | VESTAS | V112-3.000 | 3.000 | 112,0 | 94,0 | 1.711 | 12,8 | |

Projekt:
2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbroester / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 17.11.2015 14:06/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Schattenrezeptor-Eingabe

| Nr. | Ost | Nord | Z | Breite | Höhe | Höhe über Grund | Azimutwinkel (von Süd) | Neigung des Fensters | Ausrichtungsmodus |
|-------|---------|-----------|-----|--------|------|--------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| IP 01 | 507.165 | 5.975.980 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 02 | 507.518 | 5.976.185 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 03 | 507.593 | 5.976.083 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 04 | 508.013 | 5.976.215 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 05 | 508.150 | 5.976.264 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 06 | 507.666 | 5.976.397 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 07 | 508.220 | 5.976.703 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 08 | 508.465 | 5.976.830 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 09 | 509.224 | 5.977.148 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 10 | 509.305 | 5.976.950 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 11 | 509.555 | 5.976.703 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 12 | 509.807 | 5.976.994 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 13 | 508.700 | 5.975.785 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 14 | 508.820 | 5.975.690 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 15 | 508.900 | 5.975.600 | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 16 | 509.070 | 5.975.285 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 17 | 509.107 | 5.975.242 | 1,9 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 18 | 509.369 | 5.974.815 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 19 | 509.994 | 5.975.994 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 20 | 509.855 | 5.976.072 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 21 | 509.954 | 5.975.886 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 22 | 510.085 | 5.974.895 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 23 | 508.980 | 5.974.646 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 24 | 509.138 | 5.974.616 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 25 | 509.265 | 5.974.674 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 26 | 508.240 | 5.974.779 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 27 | 508.151 | 5.974.908 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 28 | 507.790 | 5.977.029 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 29 | 507.907 | 5.976.989 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 30 | 507.621 | 5.977.107 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 31 | 508.393 | 5.977.066 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 32 | 508.307 | 5.977.107 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 33 | 507.465 | 5.976.258 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 34 | 507.360 | 5.976.643 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 35 | 507.363 | 5.976.439 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 36 | 507.287 | 5.976.701 | 0,2 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |
| IP 37 | 507.255 | 5.976.923 | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 90,0 | "Gewächshaus-Modus" |

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

| Nr. | Stunden/Jahr | Schattentage/a | Max.Schatten Stunden/Tag | [Std/Jahr] | [Tage/Jahr] | [Std/Tag] |
|-------|--------------|----------------|-----------------------------|------------|-------------|-----------|
| | | | | | | |
| IP 01 | 242:05 | 294 | 1:51 | | | |
| IP 02 | 151:05 | 252 | 1:34 | | | |
| IP 03 | 212:50 | 259 | 2:06 | | | |
| IP 04 | 181:40 | 219 | 1:50 | | | |
| IP 05 | 176:35 | 228 | 1:35 | | | |
| IP 06 | 77:22 | 164 | 0:59 | | | |
| IP 07 | 97:11 | 152 | 1:07 | | | |
| IP 08 | 81:18 | 104 | 1:23 | | | |
| IP 09 | 13:41 | 42 | 0:24 | | | |
| IP 10 | 55:25 | 86 | 0:55 | | | |
| IP 11 | 60:56 | 122 | 0:57 | | | |
| IP 12 | 23:28 | 80 | 0:33 | | | |
| IP 13 | 222:41 | 319 | 1:06 | | | |
| IP 14 | 169:29 | 236 | 1:12 | | | |
| IP 15 | 171:17 | 196 | 1:28 | | | |
| IP 16 | 122:00 | 205 | 1:18 | | | |
| IP 17 | 141:41 | 198 | 1:09 | | | |
| IP 18 | 36:17 | 136 | 0:25 | | | |
| IP 19 | 109:21 | 206 | 0:51 | | | |

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:
2015-11-03 Westerbuettel - Planungsgesellschaft Wind to Gas

Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbroester / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 17.11.2015 14:06/3.0.629

SHADOW - Hauptergebnis

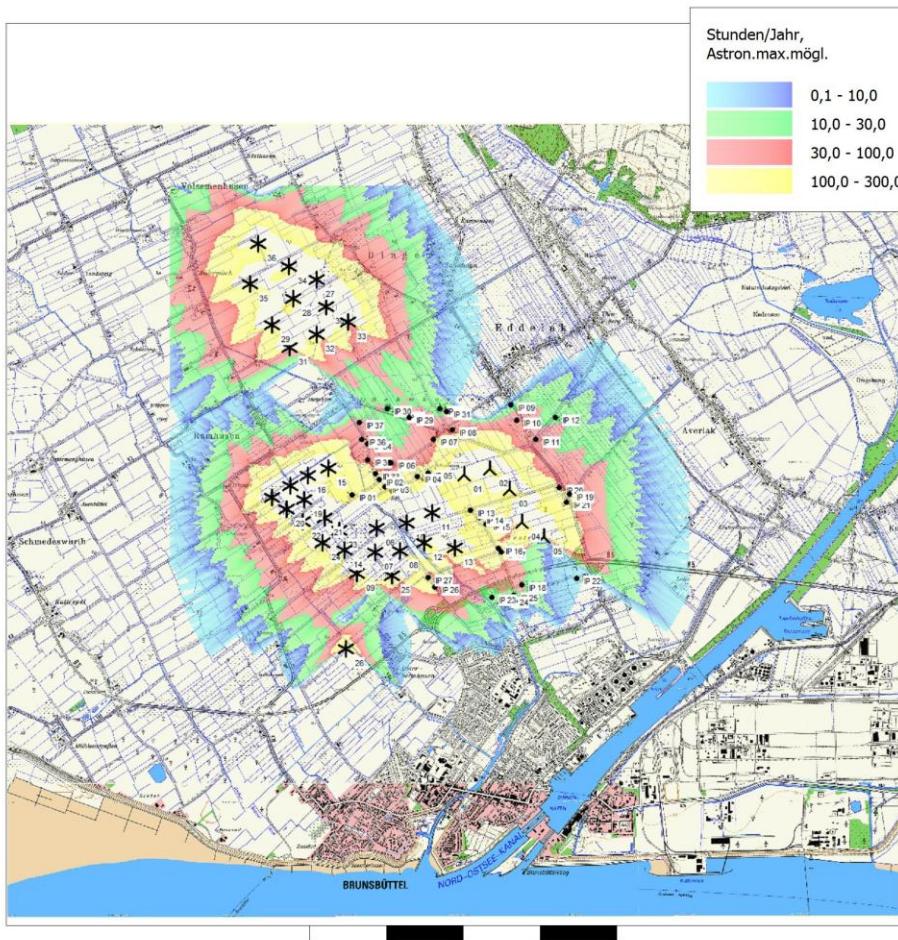
Berechnung: Gesamtbelastung

... (Fortsetzung von letzter Seite)

| Nr. | Stunden/Jahr | Schattentage/a | Max.Schatten | |
|-------|--------------|----------------|--------------|-------------|
| | | | Stunden/Tag | Stunden/Tag |
| IP 20 | 106:06 | 220 | 0:50 | |
| IP 21 | 142:25 | 234 | 0:53 | |
| IP 22 | 2:28 | 18 | 0:13 | |
| IP 23 | 16:27 | 86 | 0:19 | |
| IP 24 | 17:07 | 98 | 0:17 | |
| IP 25 | 24:49 | 111 | 0:25 | |
| IP 26 | 104:56 | 146 | 1:18 | |
| IP 27 | 124:30 | 168 | 1:23 | |
| IP 28 | 27:28 | 106 | 0:27 | |
| IP 29 | 36:06 | 114 | 0:37 | |
| IP 30 | 26:13 | 122 | 0:30 | |
| IP 31 | 30:53 | 64 | 0:34 | |
| IP 32 | 26:55 | 66 | 0:29 | |
| IP 33 | 113:48 | 239 | 0:55 | |
| IP 34 | 49:03 | 158 | 0:41 | |
| IP 35 | 83:40 | 182 | 0:59 | |
| IP 36 | 53:55 | 128 | 0:52 | |
| IP 37 | 46:24 | 106 | 0:52 | |

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

| Nr. | Name | Maximal | Erwartet |
|-----|---|------------|------------|
| | | [Std/Jahr] | [Std/Jahr] |
| 01 | ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !O! NH: 92,0 m (Ges:149,9 m) (1) | 275:01 | |
| 02 | ENERCON E-101 3050 101.0 !-! NH: 99,0 m (Ges:149,5 m) (2) | 209:00 | |
| 03 | ENERCON E-101 3050 101.0 !-! NH: 99,0 m (Ges:149,5 m) (3) | 195:44 | |
| 04 | ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !O! NH: 92,0 m (Ges:149,9 m) (4) | 236:19 | |
| 05 | ENERCON E-115 TES 3000 115.7 !O! NH: 92,0 m (Ges:149,9 m) (5) | 248:48 | |
| 06 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (63) | 167:41 | |
| 07 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (64) | 88:34 | |
| 08 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (65) | 69:45 | |
| 09 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (66) | 21:46 | |
| 10 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (67) | 176:15 | |
| 11 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (68) | 321:12 | |
| 12 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (69) | 121:01 | |
| 13 | NORDEX N100/3300 3300 99.8 !O! NH: 100,0 m (Ges:149,9 m) (70) | 250:55 | |
| 14 | ENERCON E-101 3000 101.0 !-! NH: 99,6 m (Ges:150,1 m) (71) | 54:54 | |
| 15 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (89) | 122:48 | |
| 16 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (90) | 67:26 | |
| 17 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (91) | 24:29 | |
| 18 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (92) | 8:31 | |
| 19 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (93) | 37:41 | |
| 20 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (94) | 15:28 | |
| 21 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (95) | 52:27 | |
| 22 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (96) | 22:32 | |
| 23 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (97) | 46:28 | |
| 24 | VESTAS V80-2.0MW 2000 80.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:100,0 m) (98) | 26:32 | |
| 25 | REpower 3.2M114 3200 114.0 !O! NH: 93,0 m (Ges:150,0 m) (190) | 139:40 | |
| 26 | NORDEX N52 1000 52.0 !O! NH: 60,0 m (Ges:86,0 m) (73) | 0:00 | |
| 27 | REpower 3.4M104 3400 104.0 !O! NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (74) | 0:00 | |
| 28 | REpower 3.4M104 3400 104.0 !O! NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (75) | 0:00 | |
| 29 | REpower 3.4M104 3400 104.0 !O! NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (76) | 0:00 | |
| 30 | REpower 3.4M104 3400 104.0 !O! NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (77) | 0:00 | |
| 31 | REpower 3.4M104 3400 104.0 !O! NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (78) | 5:59 | |
| 32 | REpower 3.4M104 3400 104.0 !O! NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (79) | 0:00 | |
| 33 | REpower 3.4M104 3400 104.0 !O! NH: 80,0 m (Ges:132,0 m) (80) | 0:00 | |
| 34 | VESTAS V112 3000 112.0 !O! NH: 94,0 m (Ges:150,0 m) (81) | 0:00 | |
| 35 | VESTAS V112 3000 112.0 !O! NH: 94,0 m (Ges:150,0 m) (82) | 0:00 | |
| 36 | VESTAS V112 3000 112.0 !O! NH: 94,0 m (Ges:150,0 m) (83) | 0:00 | |



Lizenziert Anwender:
TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31
 DE-22525 Hamburg
 +49 40 8557 2734
 Jonas Armbröster / jarmbroester@tuev-nord.de
 Berechnet:
 18.11.2015 11:23/3.0.629