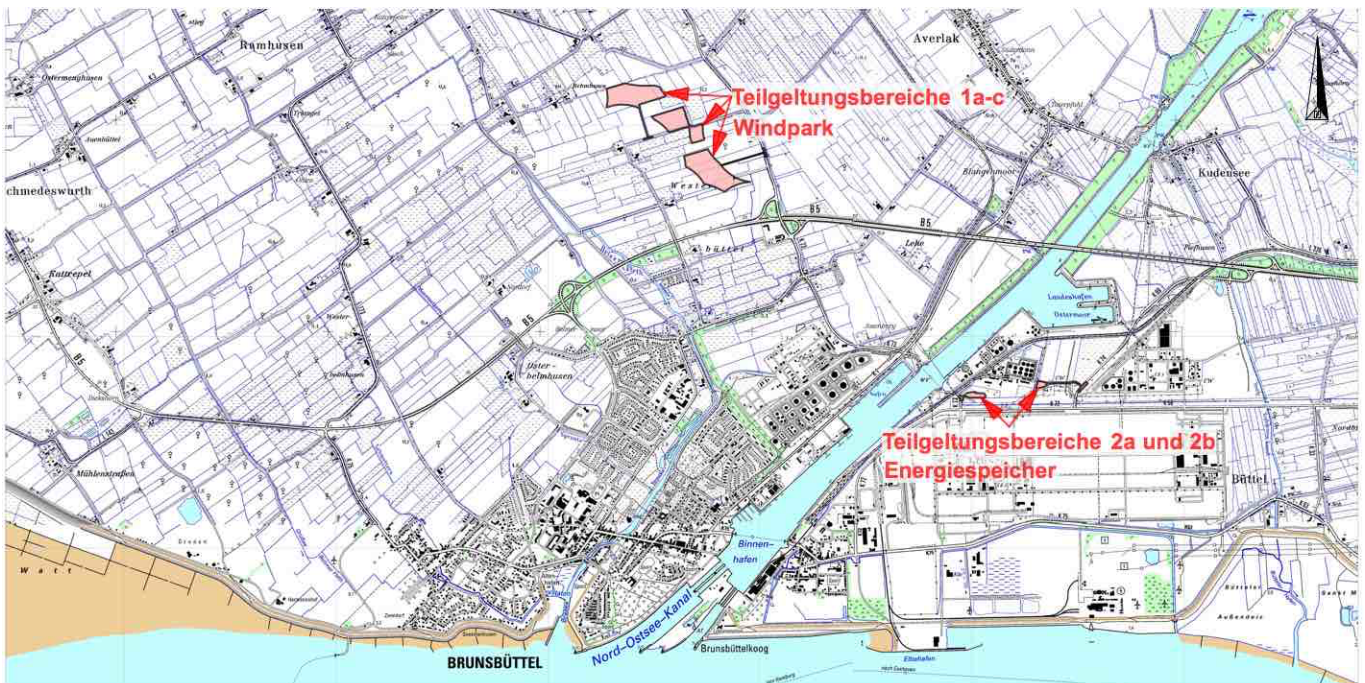


# Stadt Brunsbüttel

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

<b>WEA-Typ</b>	<b>P<sub>Nenn</sub> [MW]</b>	<b>D [m]</b>	<b>NH [m]</b>
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**

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

## 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 Länderausschuss 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 <sub>Nenn</sub> [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



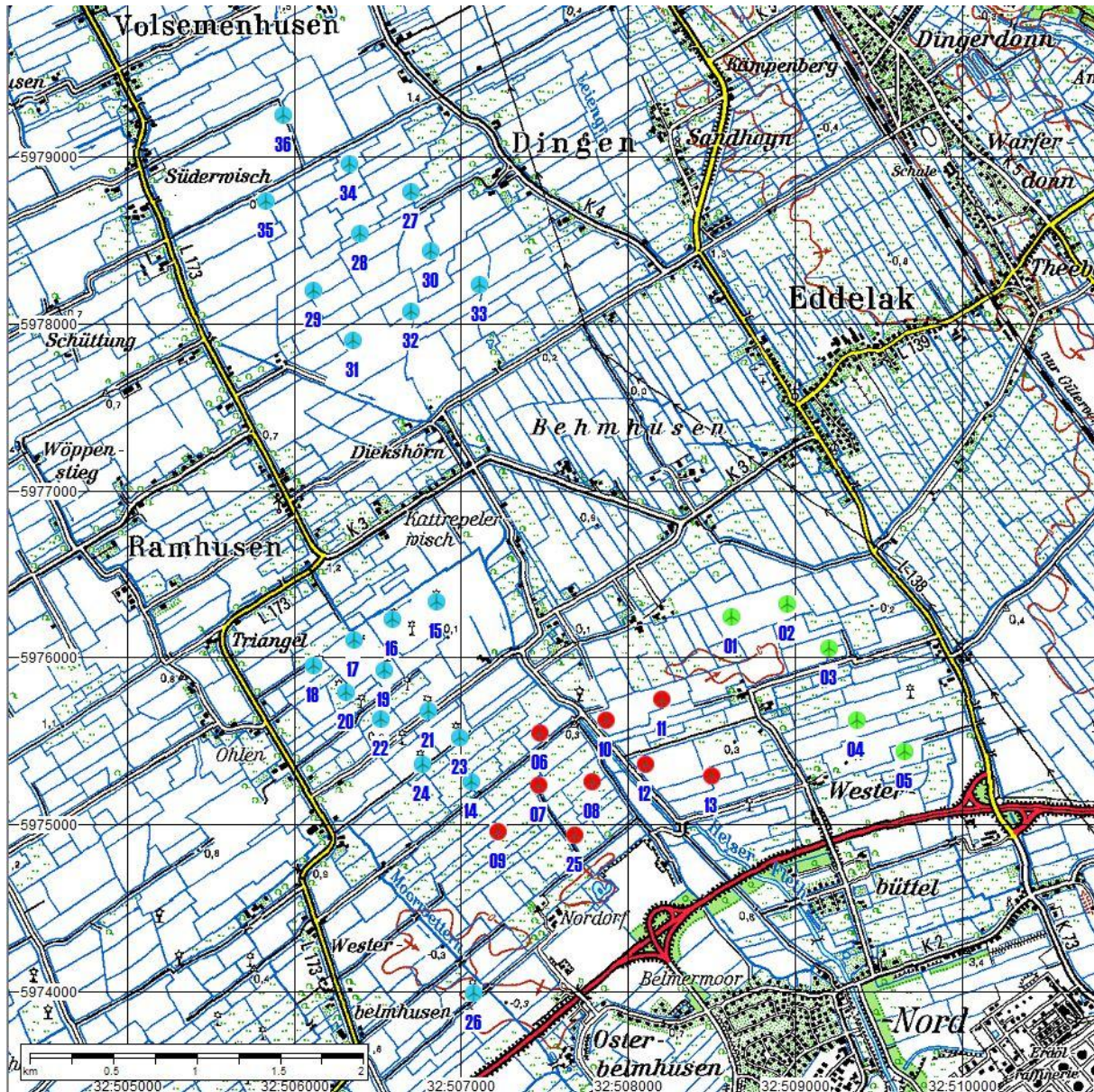
Ifd. WEA- Nr.	WEA- Bezeich- nung	Koordinaten [m]		WEA-Typ	P <sub>Nenn</sub> [MW]	D [m]	NH [m]
		Rechts- wert	Hoch- wert				
 07	WKA2 G10/201 4/148	507463	5975236	Nordex N100/3300	3,300	99,8	100,0
 08	WKA3 G10/201 4/149	507784	5975256	Nordex N100/3300	3,300	99,8	100,0
 09	WKA4 G10/201 4/150	507221	5974963	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 <sub>Nenn</sub> [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 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 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	<b>237:21</b>	<b>1:51</b>	<b>Ja</b>	4:44	0:17	Nein	<b>242:05</b>	<b>1:51</b>	<b>Ja</b>
IP 02	<b>137:47</b>	<b>1:34</b>	<b>Ja</b>	13:18	0:29	Nein	<b>151:05</b>	<b>1:34</b>	<b>Ja</b>
IP 03	<b>197:51</b>	<b>2:06</b>	<b>Ja</b>	14:59	0:27	Nein	<b>212:50</b>	<b>2:06</b>	<b>Ja</b>
IP 04	<b>132:10</b>	<b>1:50</b>	<b>Ja</b>	<b>49:30</b>	<b>0:53</b>	<b>Ja</b>	<b>181:40</b>	<b>1:50</b>	<b>Ja</b>
IP 05	<b>96:40</b>	<b>1:35</b>	<b>Ja</b>	<b>79:55</b>	<b>1:13</b>	<b>Ja</b>	<b>176:35</b>	<b>1:35</b>	<b>Ja</b>
IP 06	<b>57:50</b>	<b>0:45</b>	<b>Ja</b>	19:32	<b>0:38</b>	<b>Ja</b>	<b>77:22</b>	<b>0:59</b>	<b>Ja</b>
IP 07	3:38	0:10	Nein	<b>93:33</b>	<b>1:07</b>	<b>Ja</b>	<b>97:11</b>	<b>1:07</b>	<b>Ja</b>
IP 08	7:33	0:16	Nein	<b>73:45</b>	<b>1:07</b>	<b>Ja</b>	<b>81:18</b>	<b>1:23</b>	<b>Ja</b>
IP 09	0:00	0:00	Nein	13:41	0:24	Nein	13:41	0:24	Nein
IP 10	6:54	0:15	Nein	<b>54:11</b>	<b>0:55</b>	<b>Ja</b>	<b>55:25</b>	<b>0:55</b>	<b>Ja</b>
IP 11	2:43	0:14	Nein	<b>58:33</b>	<b>0:57</b>	<b>Ja</b>	<b>60:56</b>	<b>0:57</b>	<b>Ja</b>
IP 12	0:00	0:00	Nein	23:28	<b>0:33</b>	<b>Ja</b>	23:28	<b>0:33</b>	<b>Ja</b>
IP 13	<b>144:02</b>	<b>0:57</b>	<b>Ja</b>	<b>78:39</b>	<b>0:44</b>	<b>Ja</b>	<b>222:41</b>	<b>1:06</b>	<b>Ja</b>
IP 14	<b>116:03</b>	<b>1:03</b>	<b>Ja</b>	<b>53:26</b>	<b>0:48</b>	<b>Ja</b>	<b>169:29</b>	<b>1:12</b>	<b>Ja</b>
IP 15	<b>91:31</b>	<b>1:04</b>	<b>Ja</b>	<b>79:46</b>	<b>0:57</b>	<b>Ja</b>	<b>171:17</b>	<b>1:28</b>	<b>Ja</b>
IP 16	<b>76:17</b>	<b>1:03</b>	<b>Ja</b>	<b>45:43</b>	<b>0:46</b>	<b>Ja</b>	<b>122:00</b>	<b>1:18</b>	<b>Ja</b>
IP 17	<b>69:25</b>	<b>0:57</b>	<b>Ja</b>	<b>72:16</b>	<b>0:48</b>	<b>Ja</b>	<b>141:41</b>	<b>1:09</b>	<b>Ja</b>
IP 18	<b>36:17</b>	0:25	<b>Ja</b>	0:00	0:00	Nein	<b>36:17</b>	0:25	<b>Ja</b>
IP 19	2:19	0:13	Nein	<b>107:02</b>	<b>0:45</b>	<b>Ja</b>	<b>109:21</b>	<b>0:51</b>	<b>Ja</b>

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	<b>101:13</b>	<b>0:50</b>	<b>Ja</b>	<b>106:06</b>	<b>0:50</b>	<b>Ja</b>
IP 21	2:38	0:14	Nein	<b>142:05</b>	<b>0:53</b>	<b>Ja</b>	<b>142:25</b>	<b>0:53</b>	<b>Ja</b>
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	<b>94:49</b>	<b>1:05</b>	<b>Ja</b>	10:07	0:16	Nein	<b>104:56</b>	<b>1:18</b>	<b>Ja</b>
IP 27	<b>110:42</b>	<b>1:10</b>	<b>Ja</b>	13:48	0:19	Nein	<b>124:30</b>	<b>1:23</b>	<b>Ja</b>
IP 28	6:09	0:14	Nein	21:19	0:25	Nein	27:28	0:27	Nein
IP 29	1:58	0:11	Nein	<b>34:08</b>	<b>0:37</b>	<b>Ja</b>	<b>36:06</b>	<b>0:37</b>	<b>Ja</b>
IP 30	12:47	0:16	Nein	13:26	0:21	Nein	26:13	0:30	Nein
IP 31	0:00	0:00	Nein	<b>30:53</b>	<b>0:34</b>	<b>Ja</b>	<b>30:53</b>	<b>0:34</b>	<b>Ja</b>
IP 32	0:00	0:00	Nein	26:55	0:29	Nein	26:55	0:29	Nein
IP 33	<b>101:22</b>	<b>0:55</b>	<b>Ja</b>	12:26	0:29	Nein	<b>113:48</b>	<b>0:55</b>	<b>Ja</b>
IP 34	<b>41:30</b>	<b>0:41</b>	<b>Ja</b>	7:33	0:20	Nein	<b>49:03</b>	<b>0:41</b>	<b>Ja</b>
IP 35	<b>74:41</b>	<b>0:51</b>	<b>Ja</b>	8:59	0:24	Nein	<b>83:40</b>	<b>0:59</b>	<b>Ja</b>
IP 36	<b>47:33</b>	<b>0:52</b>	<b>Ja</b>	6:22	0:19	Nein	<b>53:55</b>	<b>0:52</b>	<b>Ja</b>
IP 37	<b>40:31</b>	<b>0:52</b>	<b>Ja</b>	5:53	0:19	Nein	<b>46:24</b>	<b>0:52</b>	<b>Ja</b>

**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 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**

Lizenzierter 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 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)  
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: 2015-10-14 Westerbüttel\_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	Rotor- durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.- Bereich	U/min
				[m]				[kW]	[m]	[m]	[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	506.392	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 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**

Lizenzierter 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 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

**astron. max. mögl. Beschattungsdauer**

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 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**

Lizenzierter 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 09:04/3.0.629

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Vorbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

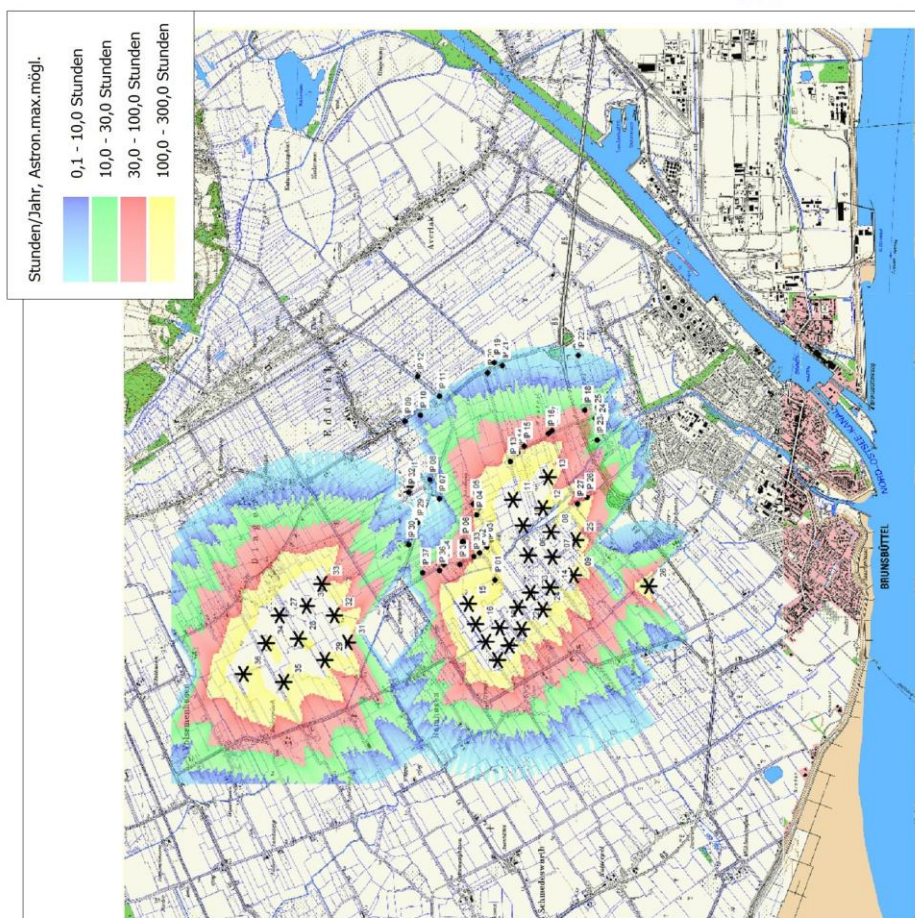
Nr.	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
	[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
IP 20	4:53	33	0:15
IP 21	2:38	18	0:14
IP 22	2:28	18	0:13
IP 23	16:27	86	0:19
IP 24	17:07	98	0:17
IP 25	24:49	111	0:25
IP 26	94:49	146	1:05
IP 27	110:42	168	1:10
IP 28	6:09	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 !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	



Projekt:  
**2015-11-03 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**



**SHADOW -  
 Karte**  
**Berechnung:**  
 Vorbelastung

Umfeldplan: Ausschnitt:  
**TUV NORD SysTec GmbH & Co. KG**

Große Bahnstraße 31  
 DE-22525 Hamburg  
 +49 40 8557 2734  
 Jonas Armbröster / jarmbroester@tuv-nord.de  
 Berechnet: 18.11.2015 11:46/3.0.629

**windPRO**

18.11.2015 12:54 / 1

Projekt:  
**2015-11-03 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**

Lizenzierter 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 14:09/3.0.629

## 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)  
 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: 2015-10-14 Westerbüttel\_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			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
				[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[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	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	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	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	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	2.011	12,8	

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe über Grund [m]	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**

Lizenzierter Anwender:  
**TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG**  
 Große Bahnstraße 31  
 DE-22525 Hamburg  
 +49 40 8557 2734  
 Jonas Ambroester / 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]	[°]	[°]	
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

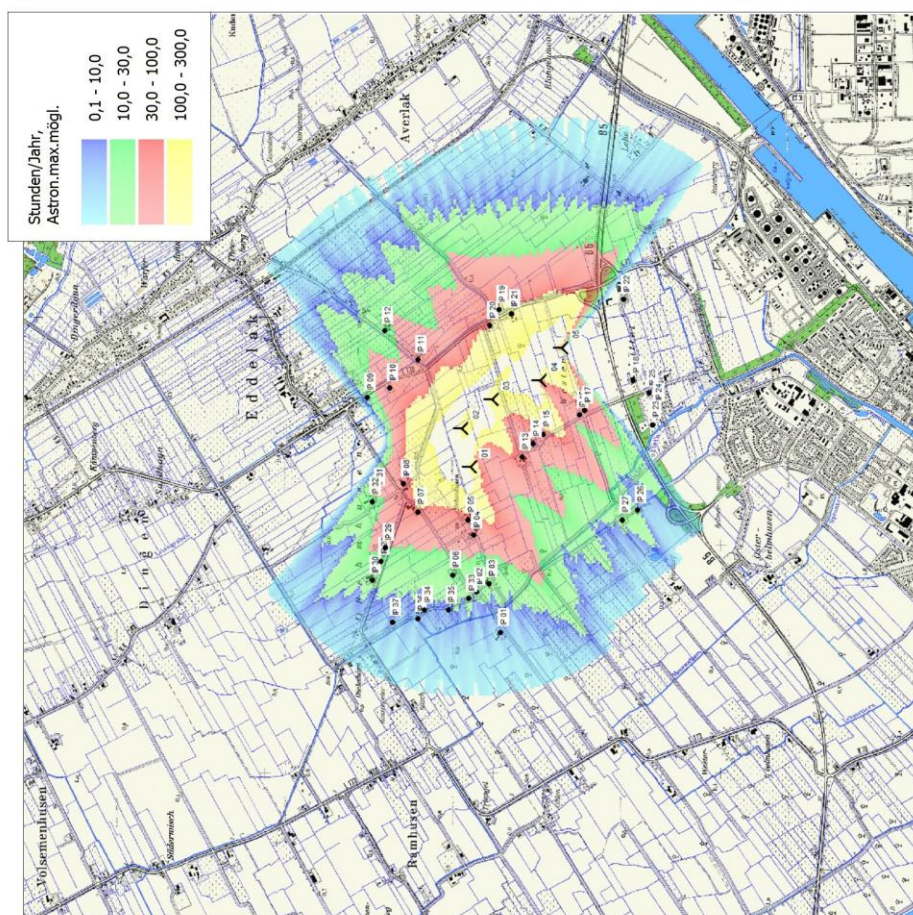
#### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Stunden/Jahr	Schattentage/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. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [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	

Projekt:  
**2015-11-03 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**



SHADOW -  
 Karte  
 Berechnung:  
 Zusatzbelastung

Libraries Anwender:  
**TUV NORD SysTec GmbH & Co. KG**  
 Große Bahnstraße 31  
 DE-22525 Hamburg  
 +49 40 8557 2734  
 Jonas Armbröster / jarmbroester@tuev-nord.de  
 18.11.2015 12:11/3.0.629

Karte: TK25 Uebersicht, Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 508.615 Nord: 5.976.247  
 Neue WEA: Schattenrezeptor  
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: 2015-10-14 Westerbüttel\_H\_100x100\_utmETRS89-232\_bearbeitet für Schall+Schatten.map (1)

windPRO

18.11.2015 12:50 / 1

windPRO 3.0.629 © END International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk



Projekt:  
**2015-11-03 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**

Lizenzierter 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)  
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: 2015-10-14 Westerbüttel\_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		Nennleistung [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 Westerbüttel - Planungsgesellschaft Wind to Gas**

Lizenzierter 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

### 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

**astron. max. mögl. Beschattungsdauer**

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**

Lizenzierter 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

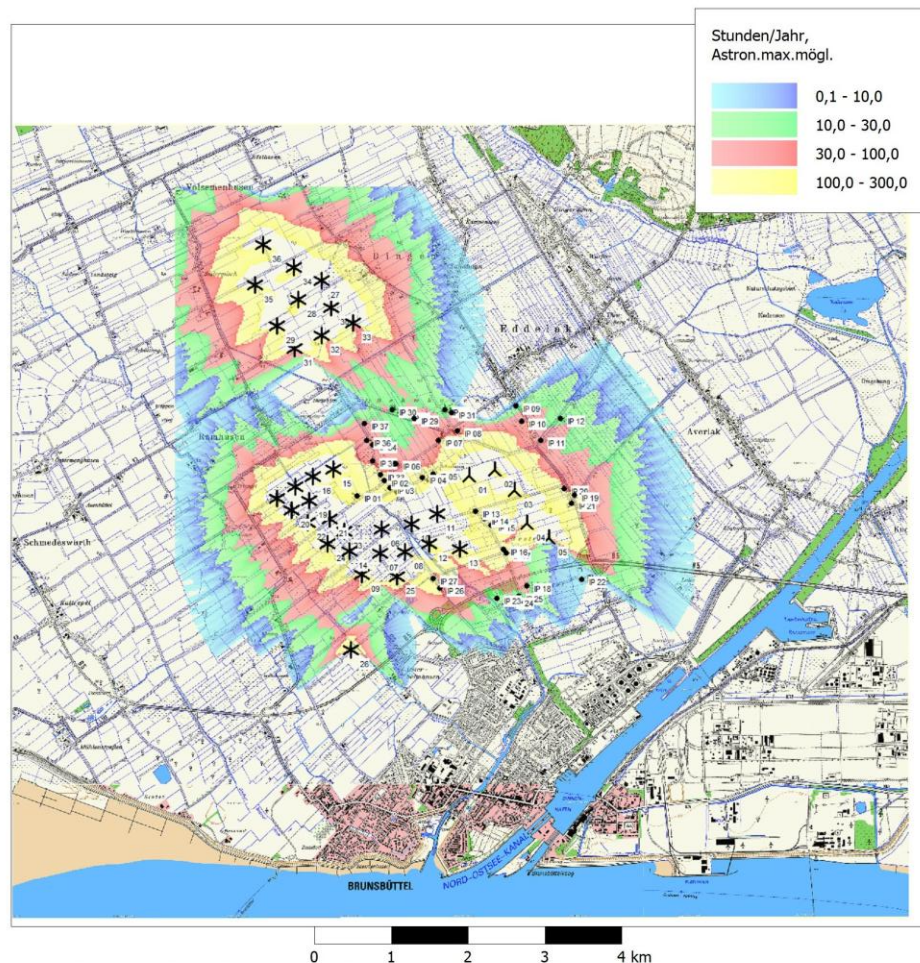
...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
	[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/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 [Std/Jahr]	Erwartet [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	





Karte: TK25 Uebersicht, Maßstab 1:75.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 508.615 Nord: 5.976.247  
 Neue WEA \* Existierende WEA Schattenrezeptor  
 Höhe der Schattenkarte: Höhenlinien: 2015-10-14 Westerbuettel\_H\_100x100\_utmETRS89z32\_bearbeitet für Schall+Schatten.map (1)

windPRO 3.0.629 © EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

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

**SHADOW -  
 Karte**  
 Berechnung:  
 Gesamtbelastung

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

18.11.2015 12:33 / 1

windPRO

**TÜV NORD**