

**TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH**



Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath

TÜV-Bericht Nr.: 936/21224350/B1

Köln, 19.11.2014

www.umwelt-tuv.de



teu-service@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schalleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen
- Berechnung von Windpotenzial, Energieerträgen, Referenzerträgen, Standortsicherheit (Turbulenz und Extremwind), Schattenwurf und Sichtbarkeit/Radarsichtbarkeit von Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 22-01-2018. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D-51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

Leerseite



Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath

Name der nach § 26 BImSchG bekannt gegebenen Stelle:	TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
Befristung der Bekanntgabe:	22.01.2018
Berichtsnummer / Datum:	936/21224350/B1 19.11.2014 ersetzt Bericht Nr. 936/21224350/B vom 22.8.2014
Betreiber:	Energiekontor AG Büro Bremen Mary-Somerville-Straße 5 28359 Bremen
Standort:	Eschfeld/Am Hochstein, Waldenrath, Heinsberg
Art der Begutachtung:	Schattenwurfberechnung
Auftraggeber:	Energiekontor AG Büro Bremen Mary-Somerville-Straße 5 28359 Bremen
Auftragsdatum:	06.02.2014
Kundennummer:	3022796
Bearbeiter:	Dr. rer. nat. Kai Born Tel.: +49 221 806-4230 Email: kai.born@de.tuv.com
Berichtsumfang:	insgesamt 48 Seiten Anhang ab Seite 21
Aufgabenstellung:	Prognose der schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schattenwurf

Zusammenfassung

Die Energiekontor AG plant den Bau von 4 WEA des Typs N117/2.400 in Heinsberg, Waldenrath. Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wurde beauftragt, die Umwelteinwirkungen durch den Schattenwurf der Anlagen zu prüfen. Die Grenzwerte wurden nach dem Windenergie-Erlass NRW [1] festgelegt.

Die Belastung wurde mit Hilfe einer Berechnung astronomisch maximal möglicher Beschattungszeiten bewertet. Immissionswerte werden an zwei Immissionsorten überschritten, so dass eine zeitweilige Abschaltung der Anlagen notwendig wird.

Die maximal möglichen Abschaltzeiten bei kompletter Vermeidung von Beschattung an Wohngebäuden (freiwillige Verpflichtung zur Nullbeschattung) betragen:

WEA	Beschattung in h/a	Abschaltzeiten in % der Jahresstunden	
		Astronom. maximal mögl.	Meteorolog. wahrscheinlich
1 – N117 2.400	98,72 h	1,13 %	0,30 %
2 – N117 2.400	107,97 h	1,23 %	0,33 %
3 – N117 2.400	19,20 h	0,22 %	0,06 %
4 – N117 2.400	0,00 h	0,00 %	0,00 %

Die relativen Angaben stellen Anhaltspunkte für den mit einer Abschaltung verbundenen Ertragsverlust dar.

Revisionen:

21224350B	22.08.2014	Erste Version
21224350B1	19.11.2014	Verschiebung des Standorts für WEA 1. Korrektur: Bezeichnungen der Immissionsorte „F“ und „G“ waren in Tabelle 4 vertauscht.

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 5 von 48

Inhalt

1	Aufgabenstellung	7
2	Örtliche Verhältnisse	9
3	Informationen zum Windpark	12
4	Berechnung der Beeinträchtigung durch Schattenwurf	15
5	Zusammenfassung der Ergebnisse	20
6	Anhang	21

Leerseite

1 Aufgabenstellung

1.1 Allgemeine Informationen und beteiligte Parteien

Auftraggeber:	Energiekontor AG Büro Bremen Mary-Somerville-Straße 5 28359 Bremen
Betreiber:	Energiekontor AG Büro Bremen Mary-Somerville-Straße 5 28359 Bremen
Ansprechpartner:	Frau Dipl.-Ing Christine Hahn
Standort:	Eschfeld/Am Hochstein, Waldenrath, Heinsberg Koordinaten: UTM 32 U 2967835m , 5653958 m
Anlage:	4 Windenergieanlagen (WEA)
Aufgabenstellung:	Prognose der schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schattenwurf
Bearbeiter:	Dr. Kai Born
Beteiligte weitere Institute:	nein
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring
Telefon-Nr.:	0221 806-2275
e-Mail-Adresse:	peter.wilbring@de.tuv.com

1.2 Konkretisierung der Aufgabenstellung

Der Betreiber plant die Errichtung von vier Windenergieanlagen (WEA) des Typs Nordex N177 2400 in Heinsberg, Waldenrath:

Stück	Typ	Leistung	Nabenhöhe
4	Nordex N177 2400	2400 kW	91,0 m

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wurde beauftragt, die erwarteten Umwelteinwirkungen durch Schattenwurf in der Umgebung der Anlagen zu berechnen.

Die Immissionsprognose wird entsprechend den Empfehlungen des Windenergie-Erlasses NRW [1] durchgeführt.

Die geplanten Standortkoordinaten und Anlagendaten sind durch den Auftraggeber genannt worden.

1.3 Vorgehensweise

Die Immissionsorte werden in Anlehnung an TA Lärm Kap. 6.1 ausgewählt und eingestuft. Bebauungspläne lagen zur Einsicht vor. In der näheren Umgebung befinden sich weitere Windparks, die eine nennenswerte Vorbelastung bewirken. Die Gesamtbelastung durch Schattenwurf, bestehend aus Vorbelastung durch Bestandsanlagen und Zusatzbelastung, wird für die Immissionsorte bestimmt.

Im nächsten Kapitel werden zunächst die Lage des Windparks und die Umgebung beschrieben; in Kapitel 2.1 wird die Anlagenbeschreibung vorgenommen. In Kap. 4 wird die Berechnung der Schattenwurfzeiten beschrieben. Die Ergebnisse werden nochmals in Kapitel 0 zusammengefasst.

1.4 Methodik, verwendete Hilfsmittel und Programme

Die Festlegung der Grenzwerte erfolgt nach dem Windenergieerlass NRW [1]. Für die räumliche Darstellung und die Berechnungen wird WindPro V. 2.9 Build 285, verwendet.

2 Örtliche Verhältnisse

2.1 Standortbeschreibung

Das Windparkgelände befindet sich im Kreis Heinsberg im Westen Nordrhein-Westfalens (s. **Abbildung 1**).

Naturräumlich/geografisch ist der Standort dem niederrheinischen Tiefland zuzuordnen. Die Umgebung ist von Feldbau mit kleineren Windbrüchen und Siedlungen dörflichen Charakters (2 Geschosse) geprägt. Die Geländeform ist flach.

Standort der Anlage:

Koordinaten (Zentrum Betriebsgelände):	32 U 295.835 m, 5.653.958 m
--	-----------------------------

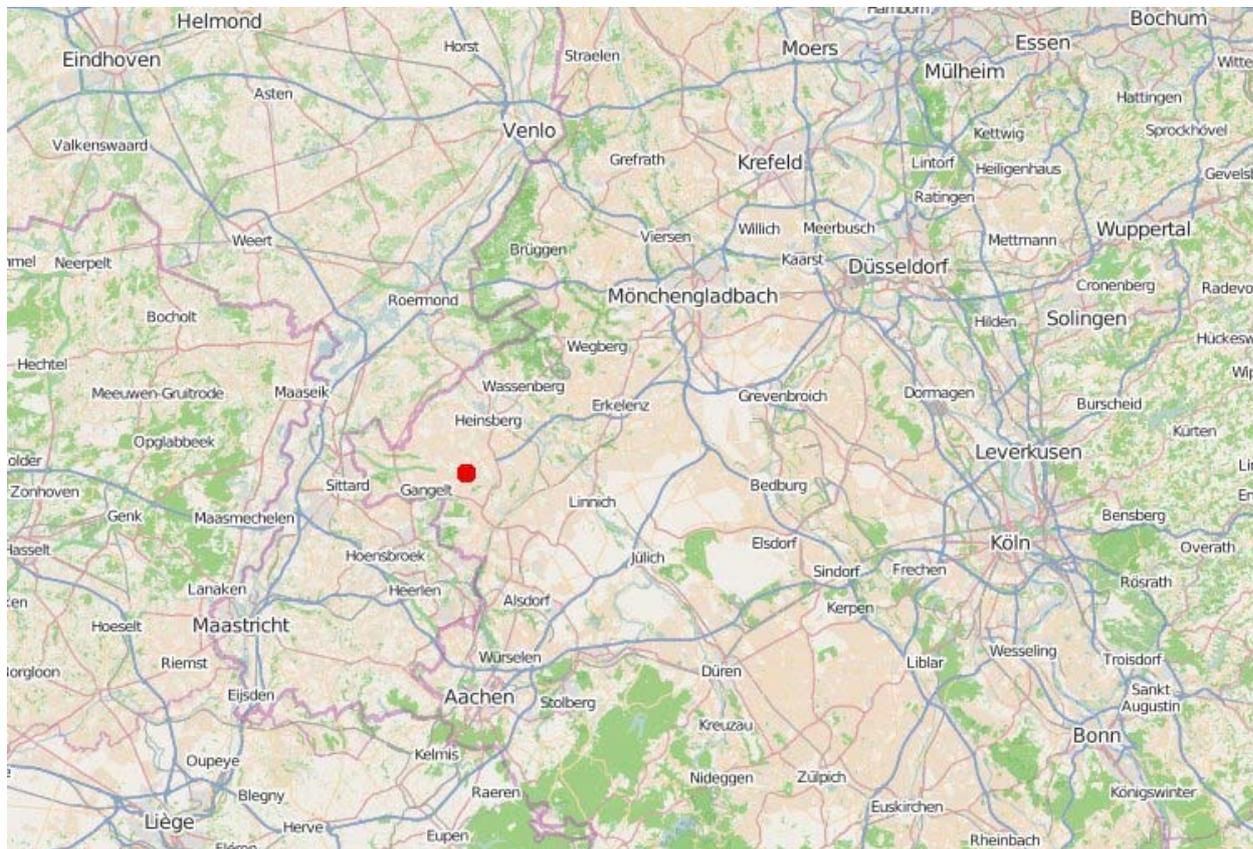


Abbildung 1: Lage des geplanten Windparks (roter Kreis). Quelle Karte: openstreetmap.org

2.2 Standortbesichtigung

Die letzte Standortbesichtigung erfolgte am 24.4.2014 durch Dr. Kai Born und umfasste den Besuch der Immissionsorte, der WEA-Standorte und der Vergleichsanlagen.

Gegenüber Darstellungen in Karten ist der Immissionsort „Z – Am Hahnbusch 3“ nicht mehr bewohnbar, da das Wohnhaus weitgehend durch Baum- und Buschbewuchs zerstört ist. Daher wird dieser Immissionsort nicht in der Auswertung betrachtet.

Ansonsten wurden keine nennenswerten Änderungen gegenüber dem in Karten und Luftbildern dargestellten Zustand beobachtet.

2.3 Topografische Eingangsdaten

2.3.1 Geländehöhen

Die Geländehöhen wurden dem SRTM-Datensatz [2] mit 90 m Auflösung entnommen. Eine Korrektur durch Verwendung feinerer Daten fand nicht statt. Es ist anzumerken, dass die SRTM-Daten auf Radarmessungen beruhen, daher fließen die Waldbestände als leichte Erhöhungen der Oberfläche ein. Eine Korrektur der Geländehöhen war für den Zweck der Schattenwurfberechnung nicht notwendig. Das digitale Geländemodell der näheren Umgebung ist in **Abbildung 2** dargestellt.

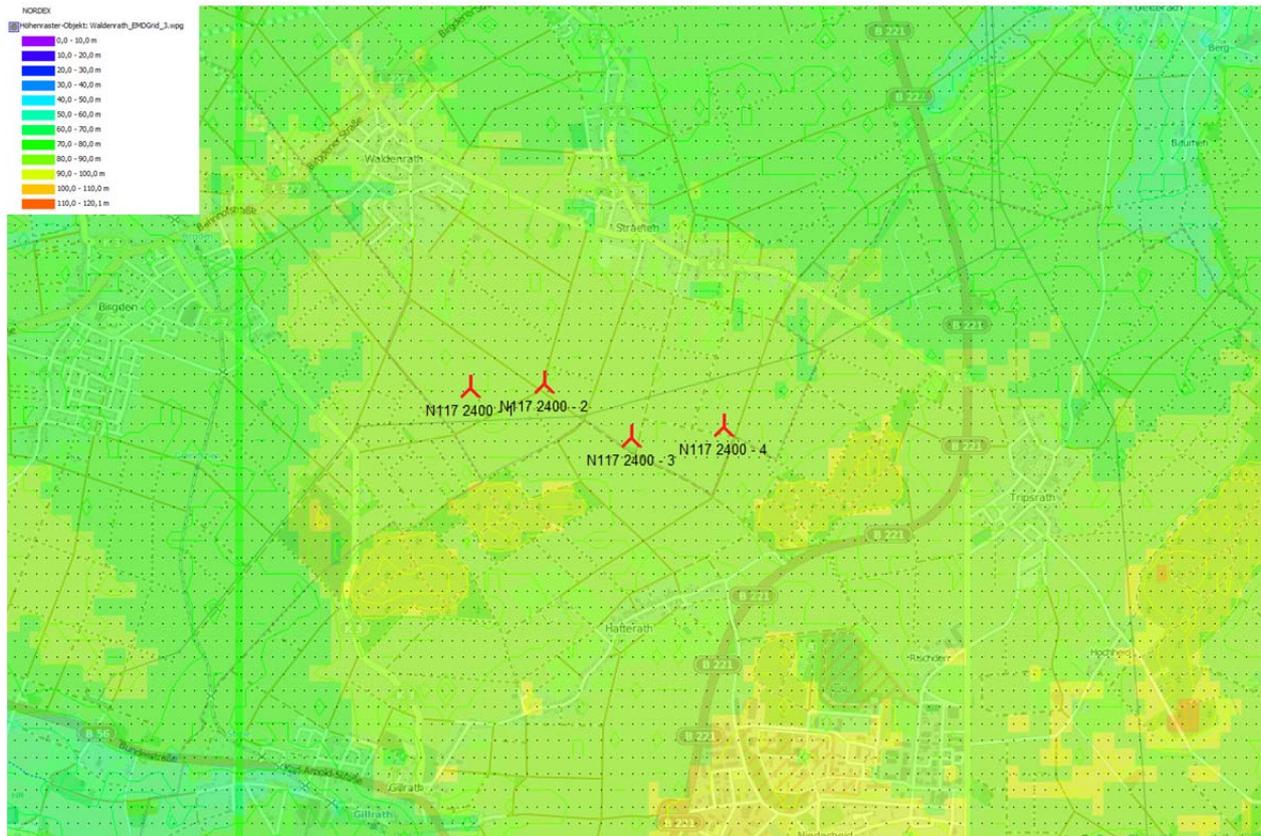


Abbildung 2: Geländehöhen der näheren Umgebung.

2.3.2 Landnutzung und Rauigkeiten

Die Landnutzungstypen und zugehörigen Rauigkeiten basieren auf einer überarbeiteten Version des CORINE-Landnutzungskatasters [3]. Südlich befinden sich in etwa 400-500 m Entfernung zu den Anlagen Waldgebiete.

Die direkte Umgebung des Windparks ist landwirtschaftlich durch Ackerbau genutzt. Im näheren Bereich befindet sich Wohnbebauung dörflichen Charakters (2 Geschosse inkl. Dach) in den Orten Birgden (westlich), Waldenrath (nordwestlich), Straeten (nordöstlich), Tripsrath (östlich) und Hatterath (südlich) sowie einige einzeln stehende Gebäude am Ortsrand von Hatterath (Splittersiedlung).

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 11 von 48

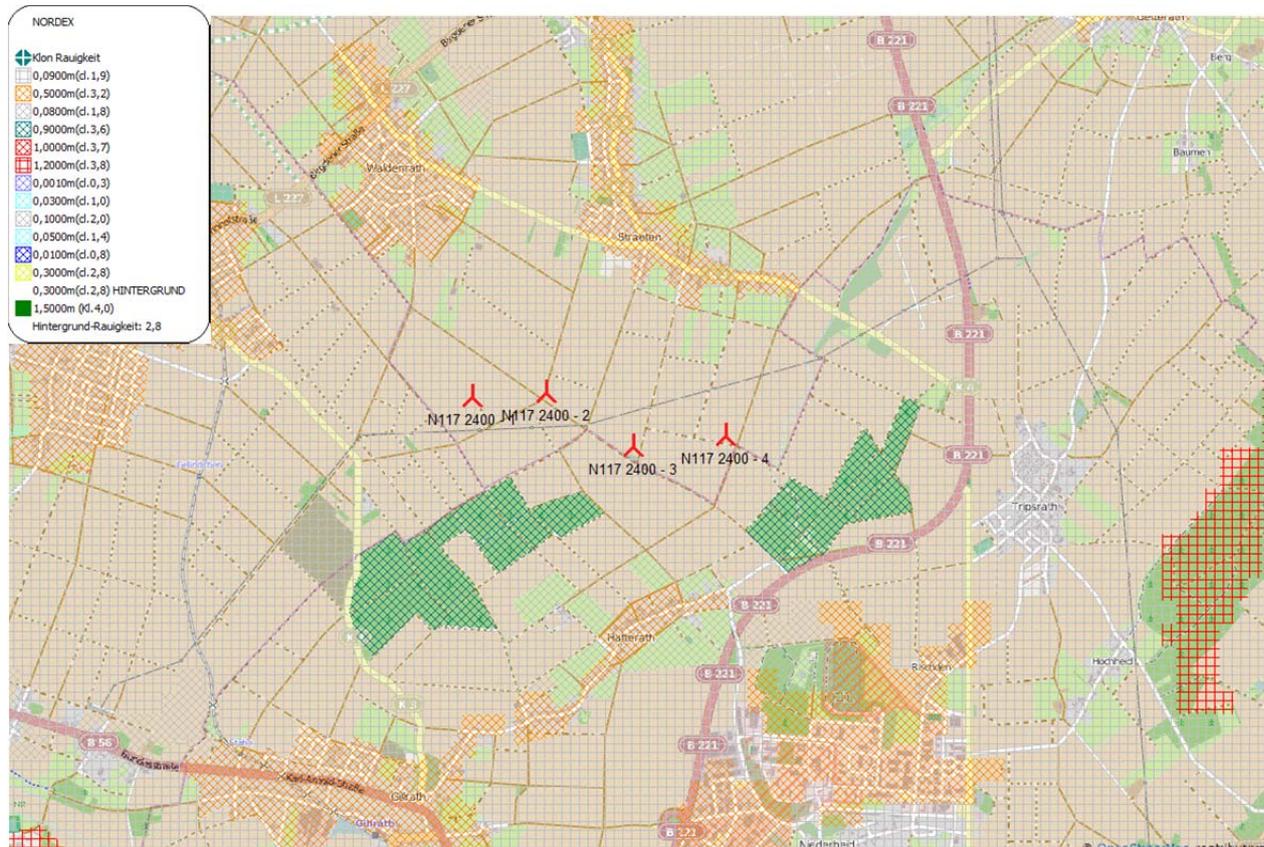


Abbildung 3: Rauigkeitslängen in der Umgebung der Anlagen.

3 Informationen zum Windpark

3.1 Beschreibung der Anlagen

3.1.1 Geplante Anlagen

Beschreibung der Anlagen (nach Betreiberangaben):

WEA Typ: Nordex N117 2400

Anzahl: 4

Typklasse: IEC IIIA, DIBt WZ 2

Nabenhöhe: 91 m

Rotordurchmesser: 116,8 m

Nennleistung: 2400 kW

Steuerung: Pitch

3.1.2 Bestandsanlagen zur Bestimmung der Vorbelastung

Folgende Anlagen werden bei der Schattenwurfberechnung als Vorbelastung berücksichtigt:

Tabelle 1: Positionen und Kenndaten der vorhandenen Bestandsanlagen.

Nr	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32			Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotorradius [m]	Nabenhöhe [m]
	Ost	Nord	Höhe ü. Gr.					
	[m]	[m]	[m]					
5	294.154	5.652.974	72,4	DEWIND	D4/48-600	600	48	70
6	294.008	5.653.138	75,7	DEWIND	D4/48-600	600	48	70
7	293.758	5.652.831	75	DEWIND	D4/48-600	600	48	70
8	293.569	5.652.976	74,4	DEWIND	D4/48-600	600	48	70
9	293.551	5.653.187	75,4	DEWIND	D4/48-600	600	48	70
10	297.652	5.654.347	78	REpower	MM 92 Evolution-2.050	2.050	92,5	100
11	297.584	5.654.624	77	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80	100
12	297.598	5.654.867	76,8	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80	100
13	298.781	5.654.677	71	REpower	MM 92 Evolution-2.050	2.050	80	100
14	298.923	5.654.482	75	REpower	MM 92 Evolution-2.050	2.050	80	100
15	299.072	5.654.281	73,8	REpower	MM 92 Evolution-2.050	2.050	80	100
16	296.801	5.655.998	72,7	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44	78
17	296.951	5.655.799	74,6	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44	78
18	297.389	5.655.868	74	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44	78
19	297.190	5.655.691	74,7	DEWIND	D4/48-600	600	48	70
20	297.188	5.655.947	75,8	SÜDWIND	S70-1.500	1.500	70	85

3.2 Standorte der Anlagen und Immissionsorte

Tabelle 2: Positionen der geplanten WEA. Koordinaten in UTM (ETRS89) Zone 32 und Gauß-Krüger, Ellipsoid Bessel, Potsdam, Zone 2.

Nr.	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32		Gauß-Krüger Potsdam Zone 2		Z	Herstel- ler	Typ	Nenn- leistung	Rotor- durch- messer	Naben- höhe
	Ost	Nord	Ost	Nord						
					[m]			[kW]	[m]	[m]
1	295.172	5.654.163	2.505.723	5.651.911	84	NORDEX	N117-2.400	2.400	117	91
2	295.583	5.654.086	2.506.091	5.651.869	82,8	NORDEX	N117-2.400	2.400	117	91
3	296.035	5.653.772	2.506.573	5.651.575	83,3	NORDEX	N117-2.400	2.400	117	91
4	296.552	5.653.811	2.507.088	5.651.635	82	NORDEX	N117-2.400	2.400	117	91

Als Immissionsorte wurden nahe gelegene Wohnhäuser gewählt. Die Immissionsorte sind in **Tabelle 3** aufgeführt. Die Berechnung erfolgt im Gewächshausmodus, d.h. Einwirkungen können aus allen Richtungen erfolgen. Der Rezeptor befindet sich jeweils in 5 m Höhe ü. Gr. .

Tabelle 3: Liste der Immissionsorte. Koordinaten in UTM (ETRS89) Zone 32.

Nr.	Adresse	Ost	Nord	Höhe über NN
				[m]
A	Birgden, Gaterstr. 84	292.758	5.653.819	78,7
B	Birgden, Hanstr. 41	293.009	5.653.894	76,3
C	Birgden, Elsternweg 7	293.203	5.653.883	75,1
D	Birgden, Geilenkirchener Str. (Bebauungsplan „Jankerfeld“)	293.534	5.654.418	71
E	Birgden, Geilenkirchenerstr. 77	293.767	5.654.484	73,9
F	Birgden, Hoferweg 9	293.977	5.654.576	76
G	Waldenrath, Huckstr. 46/48	294.624	5.654.888	80,8
H	Waldenrath, Aachener Str. 66	294.842	5.654.825	82
I	Straeten, Am Wasserturm 2	295.820	5.654.960	80,9
J	Straeten, Turmstr. 23/25	295.962	5.654.874	82
K	Straeten, Gillrather Str. 21	296.113	5.654.673	81
L	Straeten, Waldhufenstr. 160a/164a	296.306	5.654.675	82,3
M	Straeten, Waldhufenstr. 198a	296.644	5.654.660	82,4
N	Straeten, Waldhufenstr. 230	296.940	5.654.571	80,3
O	Tripsrath, Königshof	297.942	5.654.440	77,3
P	Tripsrath, Annastr. 97	298.166	5.653.781	80,8
Q	Tripsrath, Tripsrather Feld 4/6	298.121	5.653.641	81,9
R	Tripsrath, Straetener Weg 19	298.109	5.653.512	83,7
S	Tripsrath, Am Kreuz 5/7	298.024	5.653.367	84,4
T	Tripsrath, Eiseder Hof 22	297.952	5.653.295	83,2
U	Hatterath, Prof.-Mendel-Str. 198	296.472	5.652.990	86,6
V	Hatterath, Prof.-Mendel-Str. 168	296.198	5.652.923	87
W	Hatterath, Prof.-Mendel-Str. 104	295.917	5.652.841	85,9
X	Hatterath, Salzweg / Außenbereich	295.364	5.652.381	88,4
Y	Hatterath, Zum Hahnhof 26	295.686	5.652.856	86,3
Z	Birgden, Am Hahnbusch 2 (wird nicht betrachtet)	294.521	5.653.958	85,6

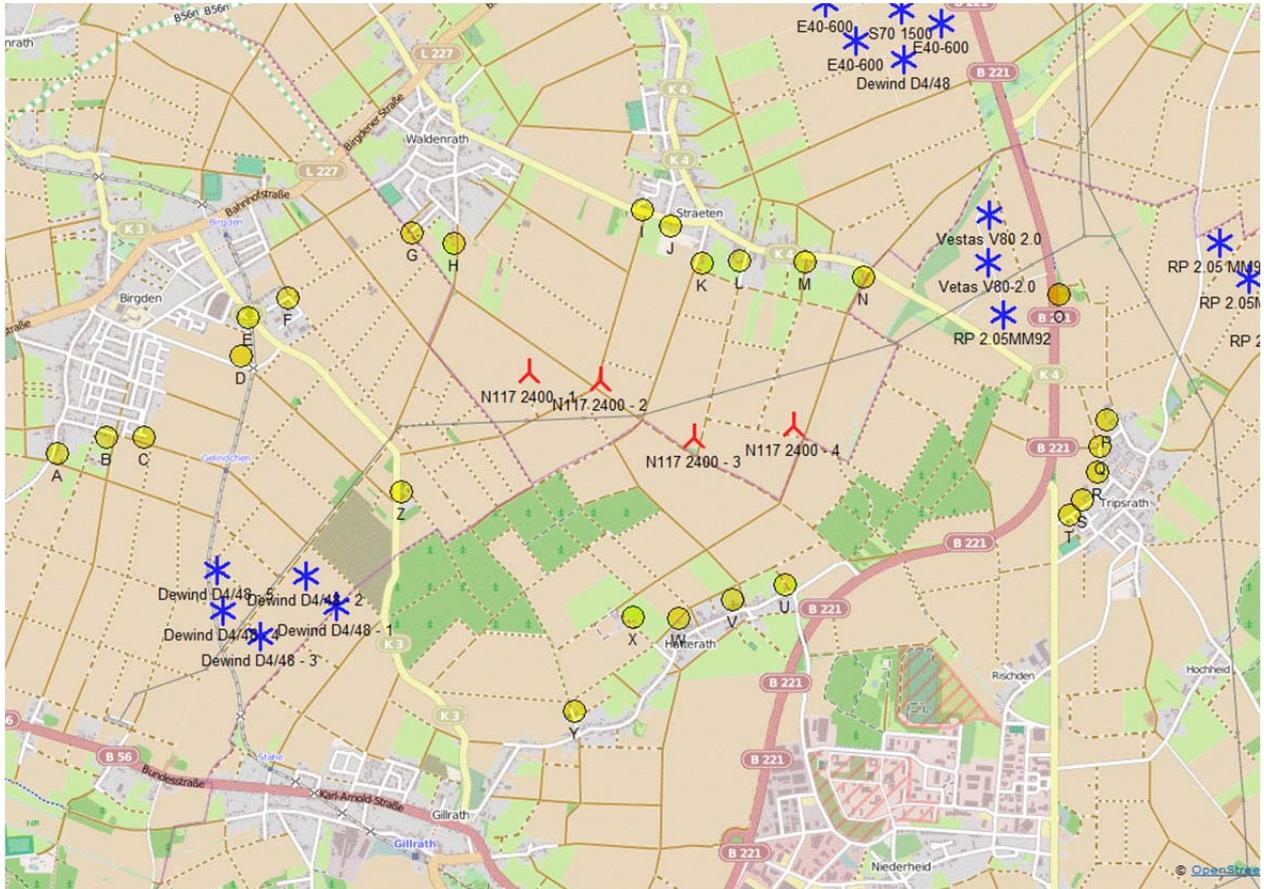


Abbildung 4: Lage der geplanten WEA und der Immissionsorte (Schattenrezeptoren).

4 Berechnung der Beeinträchtigung durch Schattenwurf

4.1 Methodik und Bewertungsgrundlage

Es wird die astronomisch maximal mögliche Beeinträchtigungszeit berechnet, in der die Schattenrezeptoren im Beschattungsbereich der WEA liegen. Schatten ist nur dann relevant, wenn ein Rotorblatt mindestens 20 % der Sonne verdeckt. Die minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont beträgt 3°. Die Berechnung wird für jeden Tag des Jahres für jede Minute durchgeführt und die Schattenzeiten aufsummiert. Die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer wird unter folgenden Annahmen berechnet:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb
- Ist die Geometrie des Rotorblatts nicht bekannt, so wird ersatzweise mit einem rechteckigen Rotorblatt gerechnet.
- Die mittlere Rotorblatttiefe B berechnet sich aus

$$B = 0.5(B_{max} + B_{min})$$

Dabei ist B_{max} die maximale Blatttiefe und B_{min} die Blatttiefe bei 0,9*Rotorradius.

Die Berechnungsmethode ist in **Abbildung 5** schematisch dargestellt.

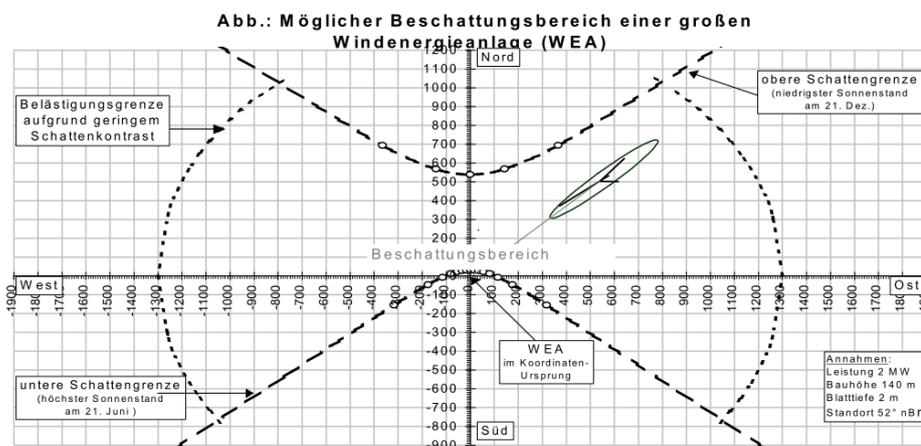


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Berechnungsmethode der Schatteneinwirkung (Quelle: [4]).

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den Höhenlinien des in Kap.2.3.1 beschriebenen Höhenrasters. Hindernisse werden in der Berechnung nicht verwendet (Maximalannahme). Es wird angenommen, dass der Winkel der WEA so ist, dass die Beschattung zu jedem Zeitpunkt maximal ist. Die WEA ist ständig in Betrieb.

Die Immissionsbelastungsgrenzen durch Schattenwurf sind nicht einheitlich geregelt. Nach [1] kann von einer Belästigung durch Schattenwurf ausgegangen werden, wenn eine Beschattungszeit von mehr als 30 Stunden pro Jahr und darüber hinaus mehr als 30 min pro Tag überschreitet. Das entspricht im Durchschnitt einer realen Belastung von etwa 8 h / Jahr.

4.2 Ergebnisse der Berechnung der Beschattungsdauer

Zunächst wurde der kontinuierliche Betrieb aller Anlagen angenommen, um die Situation darzustellen. Die Beschattung durch alle Anlagen in der Umgebung überschreitet die zulässige Dauer des periodischen Schattenwurfs an den Schattenrezeptoren außer K, L, N und O (s. **Abbildung 6**). Aufgrund der Vielzahl der Anlagen und unterschiedlichen Betreiber erscheint es nicht sinnvoll, für jede Anlage ein Schattenkontingent zuzuweisen und die Anlagen so abgestimmt abzuschalten, dass die Rezeptoren maximal 30 h im Jahr bei gleichzeitig weniger als 30 min / Tag beschattet werden.

Der Betreiber verpflichtet sich freiwillig zur Abschaltung der WEA, wenn sie einen Schattenrezeptor trifft und durch Sonnenschein Schatten erzeugt werden kann (präventive Abschaltung für Null-Beschattung). Die schattenbedingten Betriebsunterbrechungen werden technisch durch einen an die WEA-Steuerung angeschlossenen Lichtsensor und einer zugehörigen Kontrolleinheit (Schattenwurfmodul) gesteuert. Im Anhang A4 ist beispielhaft die Beschreibung eines häufig bei Nordex-WEAs eingesetzten Schattenwurfmoduls aufgeführt, wie es auch hier in einer bauähnlichen Variante zum Einsatz kommen soll.

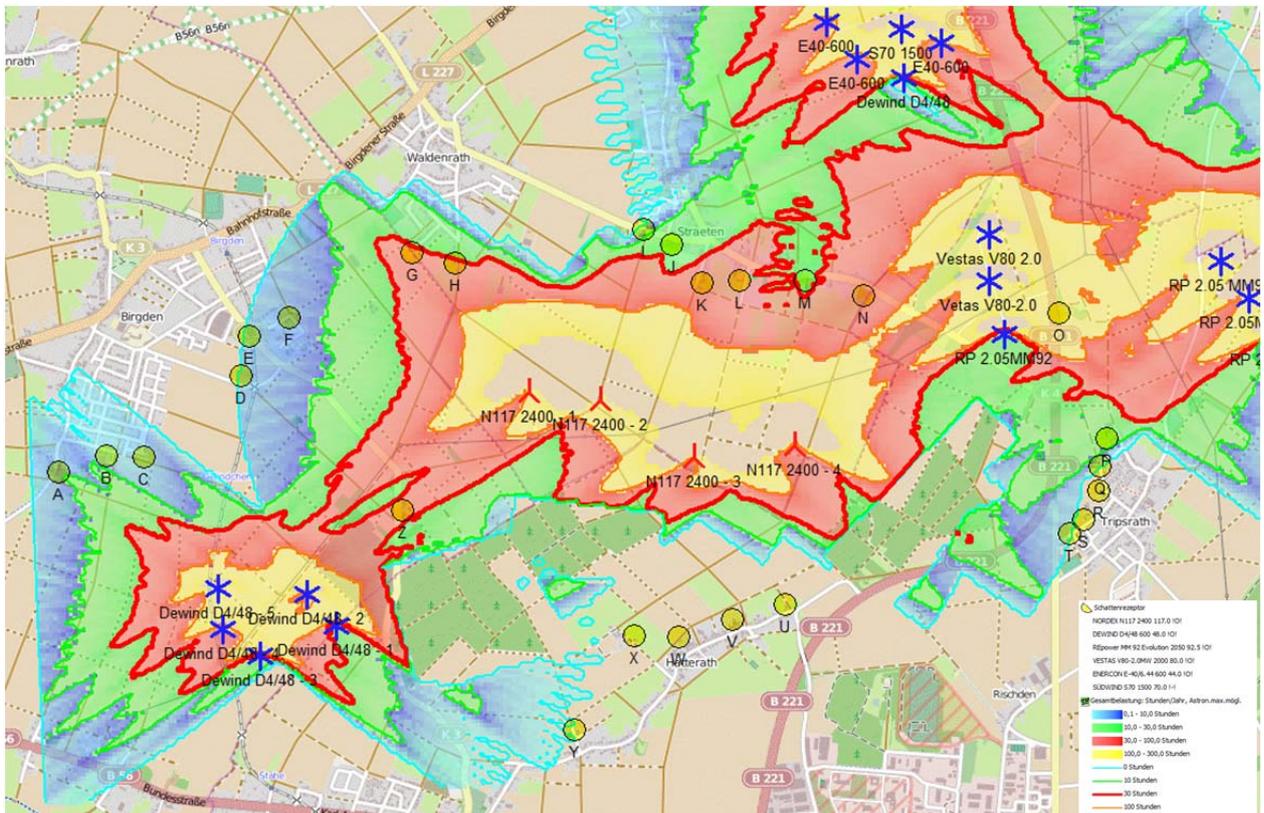


Abbildung 6: Gesamtbeschattungsdauer in h/Jahr bei nicht geregelterm Betrieb aller vorhandenen Anlagen.

Zur Beurteilung der Beschattungsdauer bzw. Abschaltzeiten muss somit nur der Schattenwurf der geplanten Anlagen berechnet werden. Um die Relevanz der Anlage für die Rezeptoren zu prüfen, wurde die Schattenwurfberechnung für alle geplanten Anlagen dargestellt (**Abbildung 7**). Von den geplanten Anlagen sind die Schattenrezeptoren D, E, F, G, H, J, K, L, M und N betroffen, an den anderen Rezeptoren tritt keine Beschattung auf.

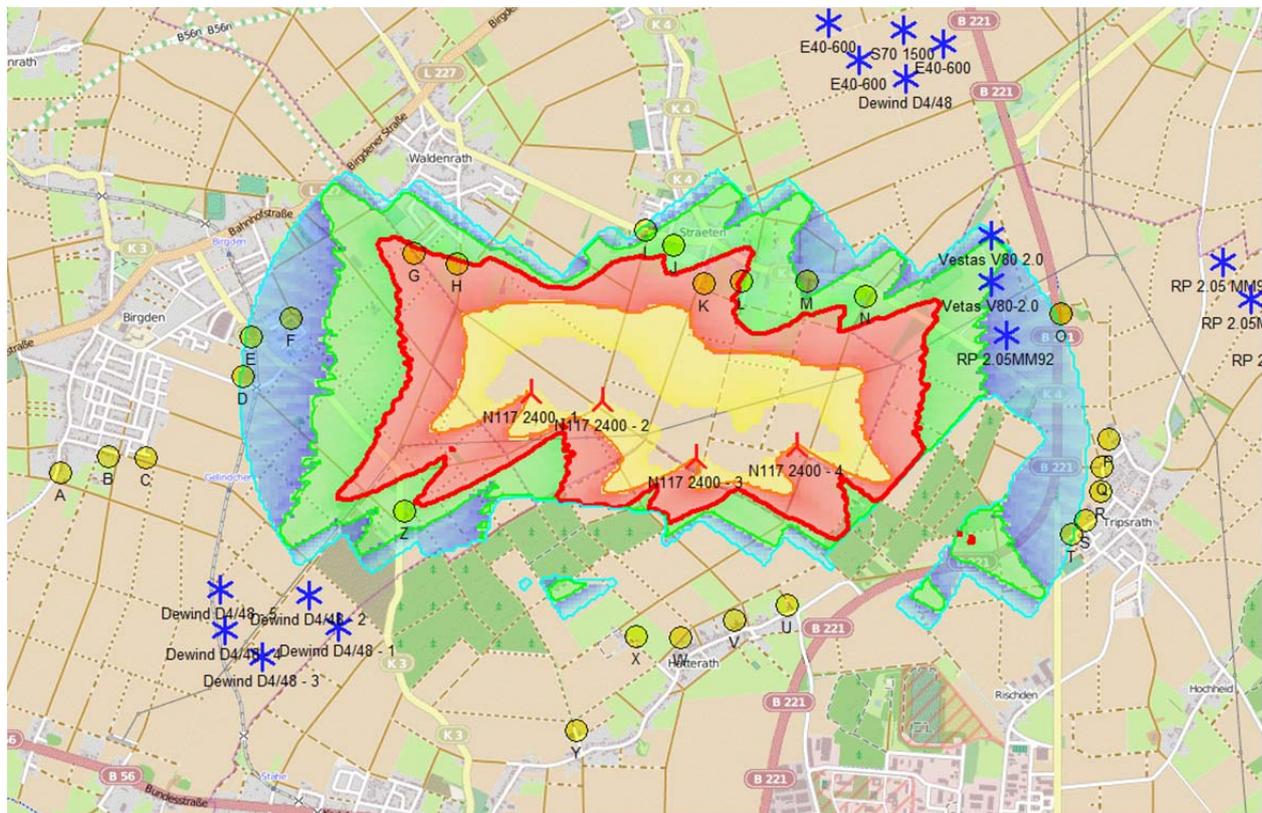


Abbildung 7: Astronomische maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden/Jahr für die geplanten WEA bei unreguliertem Betrieb.

Die Schattenberechnung wurde für die geplanten WEA Nordex N117 2.400 mit 91 m Nabenhöhe durchgeführt. Es wurden keine Hindernisse im Berechnungsgebiet berücksichtigt. Die kalendarische Darstellung der Beschattungszeiten (s. Anhang A3) erlaubt es, die Abschaltzeiten für jede Anlage anzugeben, wenn eine Nullbeschattung erzielt werden soll.

Die Ergebnisse der Beschattungsberechnung sind für die Immissionsorte in **Tabelle 4** als maximal mögliche Beschattungsdauer dargestellt.

Tabelle 4: *Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer an den ausgewählten Rezeptoren. Überschreitungen maximal zulässiger Beschattungsdauern sind rot gekennzeichnet.*

Nr.	Ost	Nord	Z	Ausrichtungsmodus	Stunden/Jahr	Schattentage/a	Max.Schatten Stunden/Tag
			[m]		[Std/Jahr]	[Tage/Jahr]	[Std/Tag]
A	292.758	5.653.819	78,7	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
B	293.009	5.653.894	76,3	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
C	293.203	5.653.883	75,1	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
D	293.534	5.654.418	71	Gewächshaus-Modus	4:07:00	21	00:17
E	293.767	5.654.484	73,9	Gewächshaus-Modus	4:11:00	22	00:18
F	293.977	5.654.576	76	Gewächshaus-Modus	6:05:00	26	00:21
G	294.624	5.654.888	80,8	Gewächshaus-Modus	36:13:00	86	00:32
H	294.842	5.654.825	82	Gewächshaus-Modus	36:30:00	76	00:38
I	295.820	5.654.960	80,9	Gewächshaus-Modus	3:36:00	20	00:14
J	295.962	5.654.874	82	Gewächshaus-Modus	26:20:00	66	00:29
K	296.113	5.654.673	81	Gewächshaus-Modus	50:05:00	110	00:37
L	296.306	5.654.675	82,3	Gewächshaus-Modus	30:27:00	102	00:31
M	296.644	5.654.660	82,4	Gewächshaus-Modus	7:48:00	32	00:23
N	296.940	5.654.571	80,3	Gewächshaus-Modus	23:16:00	90	00:25
O	297.942	5.654.440	77,3	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
P	298.166	5.653.781	80,8	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
Q	298.121	5.653.641	81,9	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
R	298.109	5.653.512	83,7	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
S	298.024	5.653.367	84,4	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
T	297.952	5.653.295	83,2	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
U	296.472	5.652.990	86,6	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
V	296.198	5.652.923	87	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
W	295.917	5.652.841	85,9	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
X	295.686	5.652.856	86,3	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00
Y	295.364	5.652.381	88,4	Gewächshaus-Modus	0:00:00	0	00:00

Die maximale Beschattungszeit an Rezeptoren pro Jahr und WEA sind in **Tabelle 5** dargestellt:

Tabelle 5: *Maximale summarische Beschattungszeit pro WEA und pro Jahr an allen Rezeptoren.*

WEA Nr.	Maximale Beschattungszeit in h:min pro Jahr
1	98:43
2	130:20
3	19:12
4	0:00

Maximal erforderliche Abschaltzeiten zur Einhaltung einer Nullbeschattung sind in **Tabelle 6** aufgeführt. Die Ergebnisse sind detailliert und mit Schattenkarten im Anhang A3 dargestellt.

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 19 von 48

Tabelle 6: Maximal erforderliche Abschaltzeiten für die Nullbeschattung der ausgewählten Schattenrezeptoren für jeden Monat und summarisch für das Jahr. Die letzten zwei Zeilen geben die astronomisch maximal möglich und die meteorologisch wahrscheinlichen Abschaltzeiten in % der Jahresstunden an.

Abschaltzeiten pro Monat	N117 – WEA 1	N117 – WEA 2	N117 – WEA 3	N117 – WEA 4
Jan	1138 min	2290 min	457 min	0 min
Feb	535 min	442 min	0 min	0 min
Mar	383 min	0 min	0 min	0 min
Apr	0 min	0 min	0 min	0 min
Mai	0 min	0 min	0 min	0 min
Jun	0 min	0 min	0 min	0 min
Jul	0 min	0 min	0 min	0 min
Aug	0 min	0 min	0 min	0 min
Sep	164 min	0 min	0 min	0 min
Okt	515 min	219 min	0 min	0 min
Nov	668 min	1797 min	242 min	0 min
Dez	2520 min	1730 min	453 min	0 min
Jahr	98,72 h	107,97 h	19,20 h	0,00 h
Astronom. möglicher Anteil	1,13%	1,23%	0,22%	0,00%
Meteorolog. wahrscheinlicher Anteil	0,30%	0,33%	0,06%	0,00%

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Energiekontor AG plant den Bau von 4 WEA des Typs N117/2.400 in Heinsberg, Waldenrath. Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wurde beauftragt, die Umwelteinwirkungen durch den Schattenwurf der Anlagen zu prüfen. Die Grenzwerte wurden nach dem Windenergie-Erlass NRW [1] festgelegt.

Die Belastung wurde mit Hilfe einer Berechnung astronomisch maximal möglicher Beschattungszeiten bewertet. Immissionswerte werden an zwei Immissionsorten überschritten, so dass eine zeitweilige Abschaltung der Anlagen notwendig wird.

Die maximal möglichen Abschaltzeiten bei kompletter Vermeidung von Beschattung an Wohngebäuden (freiwillige Verpflichtung zur Nullbeschattung) betragen:

WEA	Beschattung in h/a	Abschaltzeiten in % der Jahresstunden	
		Astronom. maximal mögl.	Meteorolog. wahrscheinlich
1 – N117 2.400	98,72 h	1,13 %	0,30 %
2 – N117 2.400	107,97 h	1,23 %	0,33 %
3 – N117 2.400	19,20 h	0,22 %	0,06 %
4 – N117 2.400	0,00 h	0,00 %	0,00 %

Die relativen Angaben stellen Anhaltspunkte für den mit einer Abschaltung verbundenen Ertragsverlust dar.

Abteilung Immissionsschutz / Luftreinhaltung (936)

Der Bearbeiter:



Dr. Kai Born

Stellvertreter des fachlich Verantwortlichen:



Dr. Tobias Schäfer

Köln, 19.11.2014

936/21224350/B1

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 21 von 48

6 Anhang

<i>A1 Literatur und verwendete Unterlagen</i>	22
<i>A2 Fotodokumentation der Immissionsorte</i>	23
<i>A3 Detaillierte Protokolle und grafische Kalender der Schattenwurfberechnung</i>	32
<i>A4 Produktbeschreibung Schattenwurfmodul</i>	42

A1 Literatur und verwendete Unterlagen

- [1] MKULNV Nordrhein-Westfalen, *Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergie-Anlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass)*, 2011.
- [2] T. G. Farr und andere, „The shuttle radar topography mission,“ *Rev. Geophys.* 45, doi:10.1029/2005RG000183, 2007.
- [3] EEA, „European Environment Agency: CORINE Landcover,“ [Online]. Available: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>. [Zugriff am 16 Januar 2014].
- [4] LANUV, NRW, *Sachinformation - Optische Immissionen von Windenergieanlagen*, 2002.

A2 Fotodokumentation der Immissionsorte

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
A	Birgden, Gaterstr. 84	292.758	5.653.819	
B	Birgden, Hanstr. 41	293.009	5.653.894	
C	Birgden, Elsternweg 7	293.203	5.653.883	
D	Birgden, Geilenkirchner Str. (Bebauungsplan „Jankerfeld“)	293.534	5.654.418	Keine Bebauung vorhanden, Bebauungsplan

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
E	Birgden, Geilenkirchen- erstr. 77	293.767	5.654.484	
F	Birgden, Hoferweg 9	293.977	5.654.576	
G	Waldenrath, Huckstr. 46/48/50	294.624	5.654.888	

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 25 von 48

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
				
H	Waldenrath, Aachener Str. 66	294.842	5.654.825	

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
I	Straeten, Am Wasserturm 2	295.820	5.654.960	
J	Straeten, Turmstr. 23/25	295.962	5.654.874	
K	Straeten, Gillrather Str. 21	296.113	5.654.673	

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 27 von 48

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
L	Straeten, Waldhufenstr. 160a/164a	296.306	5.654.675	
M	Straeten, Waldhufenstr. 198a	296.644	5.654.660	
N	Straeten, Waldhufenstr. 230	296.940	5.654.571	

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
O	Tripsrath, Königshof	297.942	5.654.440	
P	Tripsrath, Annastr. 97	298.166	5.653.781	
Q	Tripsrath, Tripsrather Feld 4/6	298.121	5.653.641	
R	Tripsrath, Straetener Weg 19	298.109	5.653.512	

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 29 von 48

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
S	Tripsrath, Am Kreuz 5/7	298.024	5.653.367	
T	Tripsrath, Eiseder Hof 22	297.952	5.653.295	
U	Hatterath, Prof.-Mendel-Str. 198	296.472	5.652.990	

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
V	Hatterath, Prof.-Mendel-Str. 168	296.198	5.652.923	
W	Hatterath, Prof.-Mendel-Str. 104	295.917	5.652.841	--
X	Hatterath, Salzweg / Außenbereich	295.364	5.652.381	
Y	Hatterath, Zum Hahnhof 26	295.686	5.652.856	

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 31 von 48

Nr.	Adresse	Ost [m]	Nord [m]	Foto
		UTM Zone 32		
Z	Birgden, Am Hahnbusch 2 (wird nicht betrachtet)	294.521	5.653.958	

A3 Detaillierte Protokolle und grafische Kalender der Schatten- wurfberechnung

WindPRO version 2.9.269 Sep 2014

Projekt: Waldenrath_neuePositionen_20141117	Ausdruck/Seite: 18.11.2014 13:29 / 1	 TÜVRheinland® Genau. Richtig.
Lizenzierter Anwender: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH Am Grauen Stein DE-51105 Köln	Berechnet: Kai Born / kai.born@de.tuv.com 18.11.2014 12:43/2,9.285	

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

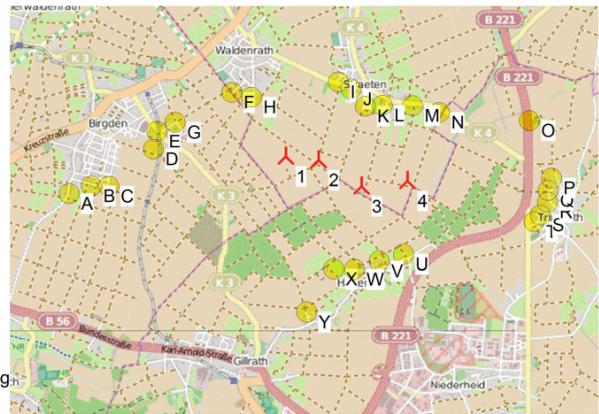
Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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: Höhenraster-Objekt: Waldenrath_EMDGrid_11.wpg
Hindernisse in Berechnung verwendet
Augenhöhe: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m



Maßstab 1:75.000
 Neue WEA
 Schattenrezeptor

WEA

Nr.	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32			Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
	Ost	Nord	Z		Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich [m]	U/min
1	295.199	5.654.143	84,3	NORDEX N117 2400 117.0 !...Nein	NORDEX	N117-2.400	2.400	117,0	91,0	1.489	11,8	
2	295.565	5.654.086	82,9	NORDEX N117 2400 117.0 !...Nein	NORDEX	N117-2.400	2.400	117,0	91,0	1.489	11,8	
3	296.035	5.653.772	83,3	NORDEX N117 2400 117.0 !...Nein	NORDEX	N117-2.400	2.400	117,0	91,0	1.489	11,8	
4	296.551	5.653.811	82,0	NORDEX N117 2400 117.0 !...Nein	NORDEX	N117-2.400	2.400	117,0	91,0	1.489	11,8	

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	UTM (north)-ETRS89 Zone: 32			Breite [m]	Höhe [m]	Höhe über Grund [m]	Azimutwinkel (von Süd) [°]	Neigung des Fensters [°]	Ausrichtungsmodus
	Ost	Nord	Z						
A	292.758	5.653.819	78,7	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
B	293.009	5.653.894	76,3	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
C	293.203	5.653.883	75,1	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
D	293.722	5.654.284	72,2	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
E	293.767	5.654.484	73,9	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
F	294.624	5.654.888	80,8	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
G	293.977	5.654.576	76,0	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
H	294.842	5.654.825	82,0	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
I	295.820	5.654.960	80,9	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
J	295.962	5.654.874	82,0	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
K	296.113	5.654.673	81,0	1,0	5,0	5,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
L	296.306	5.654.675	82,3	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
M	296.644	5.654.660	82,4	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
N	296.940	5.654.571	80,3	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
O	297.942	5.654.440	77,3	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
P	298.166	5.653.781	80,8	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
Q	298.121	5.653.641	81,9	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
R	298.109	5.653.512	83,7	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
S	298.024	5.653.367	84,4	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
T	297.952	5.653.295	83,2	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
U	296.472	5.652.990	86,6	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
V	296.198	5.652.923	87,0	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
W	295.917	5.652.841	85,9	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
X	295.686	5.652.856	86,3	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"
Y	295.364	5.652.381	88,4	1,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: Waldenrath_neuePositionen_20141117	Ausdruck/Seite 18.11.2014 13:29 / 2	 TÜVRheinland® Genau. Richtig.
	Lizenzierter Anwender: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH Am Grauen Stein DE-51105 Köln	
	Kai Born / kai.born@de.tuv.com Berechnet: 18.11.2014 12:43/2.9.285	

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Zusatzbelastung

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Stunden/Jahr [Std/Jahr]	Schattentage/a [Tage/Jahr]	Max.Schatten Stunden/Tag [Std/Tag]
A	0:00	0	0:00
B	0:00	0	0:00
C	0:00	0	0:00
D	4:07	21	0:17
E	4:11	22	0:18
F	36:13	86	0:32
G	6:05	26	0:21
H	36:30	76	0:38
I	3:36	20	0:14
J	26:20	66	0:29
K	50:05	110	0:37
L	30:27	102	0:31
M	7:48	32	0:23
N	23:16	90	0:25
O	0:00	0	0:00
P	0:00	0	0:00
Q	0:00	0	0:00
R	0:00	0	0:00
S	0:00	0	0:00
T	0:00	0	0:00
U	0:00	0	0:00
V	0:00	0	0:00
W	0:00	0	0:00
X	0:00	0	0:00
Y	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [Std/Jahr]	Erwartet [Std/Jahr]
1	NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (1)	98:43	
2	NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (2)	107:58	
3	NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (3)	19:12	
4	NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (4)	0:00	

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 35 von 48

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: Waldenrath_neuePositionen_20141117	Ausdruck/Seite 18.11.2014 13:09 / 1	
Lizenzierter Anwender: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH Am Grauen Stein DE-51105 Köln	Berechnet: 18.11.2014 12:43/2.9.285	
Kai Born / kai.born@de.tuv.com		Genau. Richtig.

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: ZusatzbelastungWEA: 1 - NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (1)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

- 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 Sonneneinfallrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:40 09:26-09:56/30 15:39-16:06/27	08:14 16:41-16:57/16	07:23 07:46-08:04/18	07:14	06:11	05:28
	16:40 10:13-10:33/20	17:26	18:16	20:08	20:57	21:40
2	08:40 09:26-09:57/31 15:39-16:07/28	08:13 16:40-16:58/18	07:21 07:44-08:04/20	07:12	06:09	05:27
	16:41 10:15-10:33/18	17:28	18:17	20:09	20:58	21:42
3	08:39 09:26-09:56/30 15:39-16:07/28	08:11 16:39-17:00/21	07:18 07:42-08:03/21	07:10	06:08	05:26
	16:42 10:15-10:32/17	17:29	18:19	20:11	21:00	21:43
4	08:39 09:27-09:57/30 15:40-16:08/28	08:10 16:40-17:02/22	07:16 07:42-08:02/20	07:07	06:06	05:26
	16:43 10:17-10:32/15	17:31	18:21	20:13	21:01	21:44
5	08:39 09:28-09:58/30 15:40-16:08/28	08:08 16:39-17:04/25	07:14 07:43-08:01/18	07:05	06:04	05:25
	16:44 10:19-10:31/12	17:33	18:23	20:14	21:03	21:45
6	08:39 09:28-09:57/29 15:40-16:08/28	08:06 16:39-17:06/27	07:12 07:35-07:38/3	07:03	06:02	05:24
	16:45 10:21-10:29/8	17:35	18:24 07:44-08:00/16	20:16	21:04	21:45
7	08:38 09:29-09:58/29	08:05 16:40-17:09/29	07:10 07:33-07:39/6	07:01	06:01	05:24
	16:46 15:41-16:09/28	17:37	18:26 07:46-07:59/13	20:17	21:06	21:46
8	08:38 09:30-09:58/28	08:03 16:40-17:10/30	07:08 07:30-07:39/9	06:59	05:59	05:23
	16:48 15:41-16:09/28	17:38	18:28 07:47-07:55/8	20:19	21:08	21:47
9	08:38 09:31-09:58/27	08:01 16:41-17:12/31	07:06 07:28-07:40/12	06:56	05:57	05:23
	16:49 15:42-16:10/28	17:40	18:29	20:21	21:09	21:48
10	08:37 09:31-09:58/27	08:00 16:41-17:14/33	07:03 07:26-07:40/14	06:54	05:56	05:23
	16:50 15:42-16:10/28	17:42	18:31	20:22	21:11	21:49
11	08:36 09:32-09:58/26	07:58 16:42-17:16/34	07:01 07:24-07:40/16	06:52	05:54	05:22
	16:52 15:43-16:10/27	17:44	18:33	20:24	21:12	21:50
12	08:36 09:33-09:57/24	07:56 16:43-17:17/34	06:59 07:21-07:39/18	06:50	05:52	05:22
	16:53 15:43-16:10/27	17:46	18:34	20:26	21:14	21:50
13	08:35 09:34-09:58/24	07:54 16:44-17:19/35	06:57 07:21-07:38/17	06:48	05:51	05:22
	16:55 15:45-16:11/26	17:47	18:36	20:27	21:15	21:51
14	08:35 09:35-09:57/22	07:53 16:47-17:21/34	06:54 07:22-07:37/15	06:46	05:49	05:21
	16:56 15:45-16:10/25	17:49	18:38	20:29	21:17	21:51
15	08:34 09:36-09:57/21	07:51 16:50-16:58/8	06:52 07:24-07:35/11	06:43	05:48	05:21
	16:58 15:46-16:10/24	17:51 17:00-17:21/21	18:40	20:31	21:18	21:52
16	08:33 09:38-09:56/18	07:49 17:00-17:20/20	06:50 07:26-07:32/6	06:41	05:46	05:21
	16:59 15:47-16:10/23	17:53	18:41	20:32	21:20	21:52
17	08:32 09:39-09:55/16	07:47 17:01-17:19/18	06:48	06:39	05:45	05:21
	17:01 15:47-16:10/23	17:55	18:43	20:34	21:21	21:53
18	08:31 09:41-09:54/13	07:45 17:02-17:18/16	06:46	06:37	05:43	05:21
	17:02 15:49-16:10/21	17:56	18:45	20:35	21:23	21:53
19	08:30 09:45-09:51/6	07:43 17:04-17:16/12	06:43 07:06-07:10/4	06:35	05:42	05:21
	17:04 15:50-16:09/19	17:58	18:46	20:37	21:24	21:54
20	08:29 15:51-16:09/18	07:41 17:09-17:11/2	06:41 07:03-07:10/7	06:33	05:41	05:21
	17:05	18:00	18:48	20:39	21:25	21:54
21	08:28 15:52-16:07/15	07:39	06:39 07:01-07:11/10	06:31	05:39	05:21
	17:07	18:02	18:49	20:40	21:27	21:54
22	08:27 15:54-16:06/12	07:37	06:37 06:59-07:12/13	06:29	05:38	05:21
	17:09	18:03	18:51	20:42	21:28	21:54
23	08:26 15:58-16:03/5	07:35	06:34 06:57-07:12/15	06:27	05:37	05:22
	17:10	18:05	18:53	20:44	21:30	21:55
24	08:25	07:33 07:56-08:00/4	06:32 06:54-07:11/17	06:25	05:36	05:22
	17:12	18:07	18:54	20:45	21:31	21:55
25	08:24	07:31 07:54-08:01/7	06:30 06:53-07:10/17	06:23	05:35	05:22
	17:14	18:09	18:56	20:47	21:32	21:55
26	08:22	07:29 07:52-08:02/10	06:28 06:53-07:09/16	06:21	05:34	05:23
	17:15	18:10	18:58	20:48	21:33	21:55
27	08:21 16:43-16:46/3	07:27 07:50-08:03/13	06:25 06:55-07:08/13	06:19	05:33	05:23
	17:17	18:12	18:59	20:50	21:35	21:55
28	08:20 16:43-16:49/6	07:25 07:48-08:03/15	06:23 06:55-07:05/10	06:17	05:32	05:24
	17:19	18:14	19:01	20:52	21:36	21:55
29	08:19 16:42-16:50/8		07:21	06:15	05:31	05:24
	17:21		20:03	20:53	21:37	21:55
30	08:17 16:41-16:53/12		07:19	06:13	05:30	05:25
	17:22		20:04	20:55	21:38	21:54
31	08:16 16:40-16:54/14		07:16		05:29	
	17:24		20:06		21:39	
Sonnenscheinstunden	1263	280	367	414	481	494
Anzahl Minuten mit Schatten	1138	535	383	0	0	0

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt:
Waldenrath_neuePositionen_20141117

Ausdruck/Seite
18.11.2014 13:09 / 2

Lizenzierter Anwender:
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
Am Grauen Stein
DE-51105 Köln



Kai Born / kai.born@de.tuv.com
Berechnet:
18.11.2014 12:43/2.9.285

Genau. Richtig.

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: Zusatzbelastung WEA: 1 - NORDEX N117 2400 117.0 IO! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (1)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	05:25 21:54	06:00 21:24	06:48 20:24	07:35 08:01-08:18/17 19:16	07:27 16:11-16:43/32 17:12	08:16 09:14-09:40/26 16:34 15:25-15:52/27	
2	05:26 21:54	06:02 21:22	06:50 20:22	07:37 08:01-08:18/17 19:14	07:29 16:10-16:41/31 17:10	08:17 09:15-09:41/26 16:33 15:26-15:53/27	
3	05:27 21:53	06:03 21:21	06:51 20:19	07:38 08:03-08:18/15 19:12	07:30 16:10-16:40/30 17:09	08:19 09:14-09:41/27 16:32 15:25-15:53/28	
4	05:27 21:53	06:05 21:19	06:53 20:17	07:40 08:05-08:18/13 19:10	07:32 16:10-16:38/28 17:07	08:20 09:15-09:43/28 16:32 15:25-15:53/28	
5	05:28 21:53	06:06 21:17	06:54 20:15	07:42 08:06-08:16/10 19:07	07:34 16:09-16:35/26 17:05	08:21 09:15-09:43/28 16:31 15:26-15:54/28	
6	05:29 21:52	06:08 21:15	06:56 20:13	07:43 08:08-08:16/8 19:05 08:23-08:33/10	07:36 16:09-16:34/25 17:03	08:23 09:14-09:43/29 15:26-15:54/28 16:31 10:07-10:15/8	
7	05:30 21:52	06:09 21:14	06:57 20:10	07:45 08:10-08:14/4 19:03 08:21-08:36/15	07:37 16:10-16:32/22 17:02	08:24 09:14-09:44/30 15:26-15:55/29 16:31 10:05-10:17/12	
8	05:31 21:51	06:11 21:12	06:59 20:08	07:46 08:11-08:12/1 19:01 08:18-08:36/18	07:39 16:10-16:30/20 17:00	08:25 09:15-09:45/30 15:28-15:56/28 16:30 10:05-10:20/15	
9	05:32 21:50	06:12 21:10	07:01 20:06	07:48 08:18-08:37/19 18:58	07:41 16:11-16:29/18 16:59	08:26 09:15-09:45/30 15:28-15:56/28 16:30 10:04-10:21/17	
10	05:33 21:50	06:14 21:08	07:02 20:04	07:50 08:17-08:37/20 18:56	07:42 16:11-16:27/16 16:57	08:27 09:15-09:46/31 15:28-15:56/28 16:30 10:04-10:22/18	
11	05:34 21:49	06:15 21:07	07:04 20:02	07:51 08:16-08:37/21 18:54	07:44 16:12-16:26/14 16:56	08:28 09:16-09:46/30 15:29-15:56/27 16:30 10:04-10:23/19	
12	05:35 21:48	06:17 21:05	07:05 19:59	07:53 08:18-08:37/19 18:52	07:46 16:12-16:23/11 16:54	08:29 09:16-09:47/31 15:05-15:09/4 16:30 10:03-10:24/21 15:29-15:56/27	
13	05:36 21:47	06:18 21:03	07:07 19:57	07:55 08:20-08:37/17 18:50	07:48 16:13-16:22/9 16:53	08:30 09:16-09:47/31 15:04-15:11/7 16:30 10:03-10:25/22 15:30-15:56/26	
14	05:37 21:46	06:20 21:01	07:08 19:55	07:56 08:21-08:35/14 18:48	07:49 16:15-16:21/6 16:51	08:31 09:17-09:48/31 15:04-15:13/9 16:30 10:04-10:26/22 15:30-15:56/26	
15	05:38 21:46	06:22 20:59	07:10 07:46-07:55/9 19:52	07:58 08:23-08:35/12 18:46	07:51 16:16-16:19/3 16:50	08:32 09:17-09:48/31 15:04-15:14/10 16:30 10:04-10:27/23 15:31-15:56/25	
16	05:39 21:45	06:23 20:57	07:11 07:43-07:56/13 19:50	08:00 08:25-08:34/9 18:43	07:53 16:16-16:23/11 16:49	08:33 09:18-09:49/31 15:04-15:15/11 16:30 10:04-10:28/24 15:31-15:56/25	
17	05:40 21:44	06:25 20:55	07:13 07:42-07:57/15 19:48	08:01 08:27-08:33/6 18:41	07:54 16:16-16:22/9 16:47	08:34 09:19-09:50/31 15:03-15:15/12 16:30 10:05-10:29/24 15:31-15:56/25	
18	05:41 21:42	06:26 20:53	07:15 07:40-07:57/17 19:46	08:03 08:28-08:30/2 18:39	07:56 16:15-16:21/6 16:46	08:35 09:18-09:50/32 15:03-15:16/13 16:30 10:04-10:29/25 15:32-15:56/24	
19	05:43 21:41	06:28 20:51	07:16 07:41-07:58/17 19:43	08:05 16:16-16:19/3 18:37	07:58 15:32-15:37/5 16:45	08:35 09:19-09:50/31 15:04-15:17/13 16:31 10:05-10:30/25 15:33-15:57/24	
20	05:44 21:40	06:29 20:49	07:18 07:42-07:57/15 19:41	08:06 16:16-16:19/3 18:35	07:59 15:30-15:41/11 16:44	08:36 09:19-09:50/31 15:04-15:17/13 16:31 10:05-10:30/25 15:33-15:56/23	
21	05:45 21:39	06:31 20:47	07:19 07:44-07:57/13 19:39	08:08 16:16-16:19/3 18:33	08:01 15:28-15:43/15 16:42	08:37 09:20-09:51/31 15:04-15:18/14 16:31 10:05-10:31/26 15:34-15:57/23	
22	05:46 21:38	06:32 20:45	07:21 07:45-07:56/11 19:37	08:10 17:37-17:44/7 18:31	08:02 15:27-15:45/18 16:41	08:37 09:20-09:51/31 15:04-15:18/14 16:32 10:05-10:31/26 15:34-15:57/23	
23	05:48 21:37	06:34 20:43	07:22 07:47-07:55/8 19:34	08:11 17:33-17:46/13 18:29	08:04 09:21-09:27/6 16:40 15:26-15:45/19	08:38 09:21-09:52/31 15:06-15:19/13 16:32 10:07-10:32/25 15:35-15:58/23	
24	05:49 21:35	06:36 20:41	07:24 07:49-07:54/5 19:32	08:13 17:31-17:47/16 18:27	08:06 09:19-09:31/12 16:39 15:26-15:47/21	08:38 09:21-09:52/31 15:06-15:19/13 16:33 10:07-10:32/25 15:35-15:59/24	
25	05:50 21:34	06:37 20:39	07:26 07:50-07:52/2 19:30	07:15 16:30-16:49/19 17:25	08:07 09:17-09:33/16 16:38 15:26-15:48/22	08:38 09:22-09:54/32 15:06-15:19/13 16:33 10:08-10:33/25 15:35-15:59/24	
26	05:52 21:33	06:39 20:37	07:27 19:27 19:27	07:16 16:29-16:50/21 17:23	08:09 09:16-09:34/18 16:37 15:25-15:48/23	08:39 09:22-09:54/32 15:08-15:20/12 16:34 10:08-10:33/25 15:36-16:00/24	
27	05:53 21:31	06:40 20:35	07:29 19:25 19:25	07:18 16:18-16:28/10 17:21 16:29-16:51/22	08:10 09:16-09:36/20 16:37 15:25-15:49/24	08:39 09:23-09:54/31 15:08-15:20/12 16:35 10:09-10:33/24 15:36-16:01/25	
28	05:55 21:30	06:42 20:32	07:30 08:05-08:15/10 19:23	07:20 16:15-16:50/35 17:19	08:12 09:15-09:37/22 16:36 15:25-15:50/25	08:39 09:23-09:54/31 15:09-15:20/11 16:36 10:09-10:33/24 15:37-16:02/25	
29	05:56 21:28	06:43 20:30	07:32 08:04-08:17/13 19:21	07:22 16:13-16:49/36 17:18	08:13 09:15-09:38/23 16:35 15:25-15:51/26	08:39 09:24-09:55/31 15:10-15:20/10 16:37 10:10-10:33/23 15:37-16:03/26	
30	05:57 21:27	06:45 20:28	07:34 08:01-08:17/16 19:18	07:23 16:12-16:47/35 17:16	08:15 09:15-09:39/24 16:34 15:25-15:52/27	08:39 09:24-09:55/31 15:12-15:19/7 16:37 10:11-10:33/22 15:37-16:03/26	
31	05:59 21:25	06:47 20:26		07:25 16:11-16:45/34 17:14		08:40 09:25-09:56/31 15:13-15:18/5 16:38 10:12-10:33/21 15:38-16:04/26	
	Sonnenscheinstunden Anzahl Minuten mit Schatten	497 0	451 0	380 164	333 515	270 668	248 2520

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 37 von 48

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: Waldenrath_neuePositionen_20141117	Ausdruck/Seite 18.11.2014 13:09 / 3 Lizenzierter Anwender: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH Am Grauen Stein DE-51105 Köln Kai Born / kai.born@de.tuv.com Berechnet: 18.11.2014 12:43/2.9.285	 Genau. Richtig.
---	--	--

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: ZusatzbelastungWEA: 2 - NORDEX N117 2400 117.0 IO! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (2)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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 Sonneneinfallrichtung
 Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:40 09:10-09:26/16 16:05-16:06/1	08:14 08:57-09:11/14 16:53-16:57/4	07:23	07:14	06:11	05:28
	16:40 15:19-15:56/37	17:26 16:11-16:32/21	18:16	20:08	20:56	21:40
2	08:40 09:10-09:27/17 16:05-16:07/2	08:13 08:59-09:08/9 16:52-16:58/6	07:21	07:12	06:09	05:27
	16:41 15:20-15:57/37	17:28 16:12-16:31/19	18:17	20:09	20:58	21:42
3	08:39 09:09-09:27/18 16:04-16:08/4	08:11 16:14-16:29/15	07:18	07:10	06:08	05:26
	16:42 15:20-15:57/37	17:29 16:51-17:00/9	18:19	20:11	21:00	21:43
4	08:39 09:09-09:28/19 16:04-16:09/5	08:10 16:17-16:27/10	07:16	07:07	06:06	05:26
	16:43 15:20-15:57/37	17:31 16:51-17:02/11	18:21	20:12	21:01	21:44
5	08:39 09:09-09:29/20 16:04-16:11/7	08:08 16:50-17:04/14	07:14	07:05	06:04	05:25
	16:44 15:21-15:58/37	17:33	18:23	20:14	21:03	21:45
6	08:39 09:08-09:29/21 16:03-16:12/9	08:06 16:50-17:06/16	07:12	07:03	06:02	05:24
	16:45 15:21-15:58/37	17:35	18:24	20:16	21:04	21:45
7	08:38 09:08-09:30/22 16:04-16:13/9	08:05 16:51-17:09/18	07:10	07:01	06:01	05:24
	16:46 15:22-15:59/37	17:37	18:26	20:17	21:06	21:46
8	08:38 09:07-09:30/23 16:03-16:14/11	08:03 16:50-17:10/20	07:08	06:59	05:59	05:23
	16:48 15:22-15:59/36	17:38	18:28	20:19	21:08	21:47
9	08:38 09:07-09:31/24 16:04-16:16/12	08:01 16:50-17:12/22	07:06	06:56	05:57	05:23
	16:49 15:23-15:59/36	17:40	18:29	20:21	21:09	21:48
10	08:37 09:06-09:32/26 16:03-16:18/15	08:00 16:51-17:13/22	07:03	06:54	05:56	05:22
	16:50 15:24-15:59/35	17:42	18:31	20:22	21:11	21:49
11	08:36 09:05-09:32/27 16:03-16:19/16	07:58 16:51-17:12/21	07:01	06:52	05:54	05:22
	16:52 15:24-15:59/35	17:44	18:33	20:24	21:12	21:49
12	08:36 09:04-09:32/28 16:02-16:20/18	07:56 16:51-17:11/20	06:59	06:50	05:52	05:22
	16:53 15:24-15:59/35	17:46	18:34	20:26	21:14	21:50
13	08:35 09:04-09:33/29 16:03-16:22/19	07:54 16:52-17:10/18	06:57	06:48	05:51	05:22
	16:55 15:26-16:00/34	17:47	18:36	20:27	21:15	21:51
14	08:35 09:03-09:34/31 16:03-16:24/21	07:53 16:55-17:10/15	06:54	06:46	05:49	05:21
	16:56 15:26-16:00/34	17:49	18:38	20:29	21:17	21:51
15	08:34 09:02-09:34/32 16:03-16:25/22	07:51 16:56-17:08/12	06:52	06:43	05:48	05:21
	16:58 15:27-16:00/33	17:51	18:39	20:30	21:18	21:52
16	08:33 09:01-09:34/33 16:03-16:27/24	07:49 17:00-17:05/5	06:50	06:41	05:46	05:21
	16:59 15:28-15:59/31	17:53	18:41	20:32	21:20	21:52
17	08:32 09:00-09:34/34 16:03-16:29/26	07:47 17:25-17:28/3	06:48	06:39	05:45	05:21
	17:01 15:29-15:59/30	17:55	18:43	20:34	21:21	21:53
18	08:31 08:59-09:35/36 16:03-16:31/28	07:45 17:24-17:30/6	06:46	06:37	05:43	05:21
	17:02 15:30-15:59/29	17:56	18:44	20:35	21:23	21:53
19	08:30 08:58-09:35/37 16:03-16:32/29	07:43 17:23-17:32/9	06:43	06:35	05:42	05:21
	17:04 15:31-15:59/28	17:58	18:46	20:37	21:24	21:54
20	08:29 08:57-09:35/38 16:03-16:33/30	07:41 17:23-17:34/11	06:41	06:33	05:41	05:21
	17:05 15:32-15:59/27	18:00	18:48	20:39	21:25	21:54
21	08:28 08:55-09:34/39 16:03-16:34/31	07:39 17:23-17:36/13	06:39	06:31	05:39	05:21
	17:07 15:33-15:57/24	18:02	18:49	20:40	21:27	21:54
22	08:27 08:54-09:34/40 16:04-16:34/30	07:37 17:22-17:37/15	06:37	06:29	05:38	05:21
	17:09 15:34-15:56/22	18:03	18:51	20:42	21:28	21:54
23	08:26 08:53-09:34/41 16:04-16:35/31	07:35 17:22-17:38/16	06:34	06:27	05:37	05:22
	17:10 15:36-15:56/20	18:05	18:53	20:44	21:30	21:55
24	08:25 08:52-09:34/42 16:04-16:34/30	07:33 17:23-17:39/16	06:32	06:25	05:36	05:22
	17:12 15:39-15:54/15	18:07	18:54	20:45	21:31	21:55
25	08:24 08:50-09:32/42 16:05-16:35/30	07:31 17:24-17:38/14	06:30	06:23	05:35	05:22
	17:14 15:41-15:51/10	18:09	18:56	20:47	21:32	21:55
26	08:22 08:51-09:14/23 16:05-16:35/30	07:29 17:25-17:37/12	06:28	06:21	05:34	05:23
	17:15 09:15-09:32/17	18:10	18:58	20:48	21:33	21:55
27	08:21 08:51-09:13/22 16:05-16:34/29	07:27 17:28-17:34/6	06:25	06:19	05:33	05:23
	17:17 09:16-09:30/14	18:12	18:59	20:50	21:35	21:55
28	08:20 08:52-09:14/22 16:07-16:34/27	07:25	06:23	06:17	05:32	05:24
	17:19 09:19-09:28/9	18:14	19:01	20:52	21:36	21:55
29	08:19 08:53-09:13/20		07:21	06:15	05:31	05:24
	17:21 16:07-16:33/26		20:03	20:53	21:37	21:55
30	08:17 08:54-09:13/19		07:19	06:13	05:30	05:25
	17:22 16:08-16:33/25		20:04	20:55	21:38	21:54
31	08:16 08:55-09:11/16		07:16		05:29	
	17:24 16:09-16:32/23		20:06		21:39	
Sonnenscheinstunden	263	280	367	414	481	494
Anzahl Minuten mit Schatten	2290	442	0	0	0	0

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt:
Waldenrath_neuePositionen_20141117

Ausdruck/Seite
18.11.2014 13:09 / 4

Lizenzierter Anwender:
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
Am Grauen Stein
DE-51105 Köln



Kai Born / kai.born@de.tuv.com
Berechnet:
18.11.2014 12:43/2.9.285

Genau. Richtig.

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: Zusatzbelastung WEA: 2 - NORDEX N117 2400 117.0 IO! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (2)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	05:25 21:54	06:00 21:24	06:48 20:24	07:35 19:16	07:27 17:12	08:16 16:33
2	05:26 21:54	06:02 21:22	06:50 20:22	07:37 19:14	07:29 17:10	08:17 16:33
3	05:27 21:53	06:03 21:21	06:51 20:19	07:38 19:12	07:30 17:09	08:19 16:32
4	05:27 21:53	06:05 21:19	06:53 20:17	07:40 19:09	07:32 17:07	08:20 16:32
5	05:28 21:53	06:06 21:17	06:54 20:15	07:42 19:07	07:34 17:05	08:21 16:31
6	05:29 21:52	06:08 21:15	06:56 20:13	07:43 19:05	07:35 17:03	08:23 16:31
7	05:30 21:52	06:09 21:14	06:57 20:10	07:45 19:03	07:37 17:02	08:24 16:31
8	05:31 21:51	06:11 21:12	06:59 20:08	07:46 19:01	07:39 17:00	08:25 16:30
9	05:32 21:50	06:12 21:10	07:01 20:06	07:48 18:58	07:41 16:59	08:26 16:30
10	05:33 21:50	06:14 21:08	07:02 20:04	07:50 18:56	07:42 16:57	08:27 16:30
11	05:34 21:49	06:15 21:07	07:04 20:01	07:51 18:54	07:44 16:56	08:28 16:30
12	05:35 21:48	06:17 21:05	07:05 19:59	07:53 18:52	07:46 16:54	08:29 16:30
13	05:36 21:47	06:18 21:03	07:07 19:57	07:55 18:50	07:48 16:53	08:30 16:30
14	05:37 21:46	06:20 21:01	07:08 19:55	07:56 18:48	07:49 16:51	08:31 16:30
15	05:38 21:45	06:22 20:59	07:10 19:52	07:58 18:46	07:51 16:50	08:32 16:30
16	05:39 21:45	06:23 20:57	07:11 19:50	08:00 18:43	07:53 16:48	08:33 16:30
17	05:40 21:44	06:25 20:55	07:13 19:48	08:01 18:41	07:54 16:47	08:34 16:30
18	05:41 21:42	06:26 20:53	07:15 19:46	08:03 18:39	07:56 16:46	08:35 16:30
19	05:43 21:41	06:28 20:51	07:16 19:43	08:05 18:37	07:58 16:45	08:35 16:30
20	05:44 21:40	06:29 20:49	07:18 19:41	08:06 18:35	07:59 16:44	08:36 16:31
21	05:45 21:39	06:31 20:47	07:19 19:39	08:08 18:33	08:01 16:42	08:36 16:31
22	05:46 21:38	06:32 20:45	07:21 19:37	08:10 18:31	08:02 16:41	08:37 16:32
23	05:48 21:37	06:34 20:43	07:22 19:34	08:11 18:29	08:04 16:40	08:38 16:32
24	05:49 21:35	06:36 20:41	07:24 19:32	08:13 18:27	08:06 16:39	08:38 16:33
25	05:50 21:34	06:37 20:39	07:26 19:30	08:15 18:25	08:07 16:38	08:38 16:33
26	05:52 21:33	06:39 20:37	07:27 19:27	08:16 18:23	08:09 16:37	08:39 16:34
27	05:53 21:31	06:40 20:34	07:29 19:25	08:18 18:21	08:10 16:36	08:39 16:35
28	05:55 21:30	06:42 20:32	07:30 19:23	08:20 18:19	08:12 16:36	08:39 16:36
29	05:56 21:28	06:43 20:30	07:32 19:21	08:22 18:17	08:13 16:35	08:39 16:36
30	05:57 21:27	06:45 20:28	07:33 19:18	08:23 18:16	08:15 16:34	08:39 16:37
31	05:59 21:25	06:46 20:26		07:25 18:14		08:40 16:38
Sonneneinstrahlung		497	451	380	333	270
Anzahl Minuten mit Schatten		0	0	0	219	1797
						1730

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten
--------------	-----------------------	-------------------------	-------------------	----------------------------------	-----------------------------------

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 39 von 48

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: Waldenrath_neuePositionen_20141117	Ausdruck/Seite: 18.11.2014 13:09 / 5	
Lizenzierter Anwender: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH Am Grauen Stein DE-51105 Köln		
Berechnet: Kai Born / kai.born@de.tuv.com 18.11.2014 12:43/2.9.285		
Genau. Richtig.		

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: Zusatzbelastung WEA: 3 - NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges: 149,5 m) (3)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember			
1	08:40	15:51-16:06/15	08:14	07:23	07:14	06:11	05:28	05:25	06:00	06:48	07:35	07:27	08:16	15:36-16:01/25	
2	08:39	15:52-16:07/15	08:13	07:21	07:12	06:09	05:27	05:26	06:02	06:50	07:37	07:29	08:17	15:37-16:01/24	
3	08:39	15:51-16:08/17	08:11	07:18	07:10	06:08	05:26	05:27	06:03	06:51	07:38	07:30	08:19	15:37-16:00/23	
4	08:39	15:52-16:09/17	08:10	07:16	07:07	06:06	05:26	05:27	06:05	06:53	07:40	07:32	08:20	15:37-15:59/22	
5	08:39	15:53-16:11/18	08:08	07:14	07:05	06:04	05:25	05:28	06:06	06:54	07:41	07:34	08:21	15:38-15:59/21	
6	08:39	15:52-16:12/20	08:06	07:12	07:03	06:02	05:24	05:29	06:08	06:56	07:43	07:35	08:23	15:38-15:58/20	
7	08:38	15:53-16:13/20	08:05	07:10	07:01	06:01	05:24	05:30	06:09	06:57	07:45	07:37	08:24	15:39-15:57/18	
8	08:38	15:53-16:14/21	08:03	07:08	07:00	06:59	05:59	05:23	06:11	06:59	07:46	07:39	08:25	15:40-15:57/17	
9	08:37	15:53-16:15/22	08:01	07:05	06:56	05:57	05:23	05:32	06:12	07:01	07:48	07:41	08:26	15:40-15:57/17	
10	08:37	15:54-16:18/24	08:00	07:03	06:54	05:56	05:22	05:33	06:14	07:02	07:50	07:42	08:27	15:41-15:56/15	
11	08:36	15:54-16:19/25	07:58	07:01	06:52	05:54	05:22	05:34	06:15	07:04	07:51	07:44	08:28	15:41-15:56/15	
12	08:36	15:54-16:19/25	07:56	06:59	06:50	05:52	05:22	05:35	06:17	07:05	07:53	07:46	08:29	15:42-15:56/14	
13	08:35	15:56-16:20/24	07:54	06:57	06:48	05:51	05:22	05:36	06:18	07:07	07:55	07:47	08:30	15:42-15:56/14	
14	08:34	15:56-16:20/24	07:52	06:54	06:46	05:49	05:21	05:37	06:20	07:08	07:56	07:49	08:31	15:43-15:56/13	
15	08:34	15:57-16:20/23	07:51	06:52	06:43	05:48	05:21	05:38	06:22	07:10	07:58	07:51	08:32	15:44-15:56/12	
16	08:33	15:57-16:20/23	07:49	06:50	06:41	05:46	05:21	05:39	06:23	07:11	08:00	07:53	08:33	15:44-15:56/12	
17	08:32	15:58-16:20/22	07:47	06:48	06:39	05:45	05:21	05:40	06:25	07:13	08:01	07:54	08:34	15:44-15:56/12	
18	08:31	15:59-16:20/21	07:45	06:46	06:37	05:43	05:21	05:41	06:26	07:15	08:03	07:56	15:42-15:46/4	08:35	15:45-15:56/11
19	08:30	16:00-16:19/19	07:43	06:43	06:35	05:42	05:21	05:43	06:28	07:16	08:05	07:58	15:40-15:50/10	08:35	15:46-15:57/11
20	08:29	16:00-16:18/18	07:41	06:41	06:33	05:41	05:21	05:44	06:29	07:18	08:06	07:59	15:38-15:52/14	08:36	15:46-15:56/10
21	08:28	16:02-16:18/16	07:39	06:39	06:31	05:39	05:21	05:45	06:31	07:19	08:08	08:01	15:38-15:54/16	08:36	15:47-15:57/10
22	08:27	16:03-16:17/14	07:37	06:37	06:29	05:38	05:21	05:46	06:32	07:21	08:10	08:02	15:36-15:54/18	08:37	15:47-15:57/10
23	08:26	16:06-16:16/10	07:35	06:34	06:27	05:37	05:22	05:48	06:34	07:22	08:11	08:04	15:36-15:55/19	08:37	15:48-15:58/10
24	08:25	16:08-16:12/4	07:33	06:32	06:25	05:36	05:22	05:49	06:36	07:24	08:13	08:06	15:36-15:57/21	08:38	15:48-15:59/11
25	08:24		07:31	06:30	06:23	05:35	05:22	05:50	06:37	07:26	08:15	08:07	15:36-15:58/22	08:38	15:48-15:59/11
26	08:22		07:29	06:28	06:21	05:34	05:23	05:52	06:39	07:27	08:16	08:09	15:35-15:58/23	08:39	15:49-16:00/11
27	08:21		07:27	06:25	06:19	05:33	05:23	05:53	06:40	07:29	08:18	08:10	15:36-15:59/23	08:39	15:49-16:01/12
28	08:20		07:25	06:23	06:17	05:31	05:24	05:55	06:42	07:30	08:20	08:12	15:35-15:59/24	08:39	15:50-16:02/12
29	08:18		07:21	06:15	06:11	05:31	05:24	05:56	06:43	07:32	08:22	08:13	15:36-16:00/24	08:39	15:50-16:03/13
30	08:17		07:19	06:13	06:10	05:30	05:25	05:57	06:45	07:33	08:23	08:15	15:37-16:01/24	08:39	15:50-16:03/13
31	08:16		07:16	06:11	06:05	05:29	05:29	05:59	06:46	07:35	08:24	08:16	15:37-16:01/24	08:39	15:51-16:05/14
	17:24		20:06		21:39		21:39	21:25	20:26		17:14		16:38		16:38
Sonneneinstrahlung	263	280	367	414	481	494	497	451	380	333	270	242	248	248	248
Anzahl Minuten mit Schatten	457	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten
--------------	-----------------------	-------------------------	-------------------	----------------------------------	-----------------------------------

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt: Waldenrath_neuePositionen_20141117	Ausdruck/Seite: 18.11.2014 13:09 / 6	 TÜVRheinland® Genau. Richtig.
	Lizenzierter Anwender: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH Am Grauen Stein DE-51105 Köln	
	Kai Born / kai.born@de.tuv.com Berechnet: 18.11.2014 12:43/2.9.285	

SHADOW - Kalender pro WEA

Berechnung: Zusatzbelastung WEA: 4 - NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (4)

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

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

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	08:40	08:14	07:23	07:14	06:11	05:28	05:25	06:00	06:48	07:35	07:27	08:16
	16:40	17:26	18:16	20:08	20:56	21:40	21:54	21:24	20:24	19:16	17:12	16:33
2	08:39	08:13	07:21	07:12	06:09	05:27	05:26	06:02	06:50	07:37	07:29	08:17
	16:41	17:28	18:17	20:09	20:58	21:41	21:54	21:22	20:21	19:14	17:10	16:33
3	08:39	08:11	07:18	07:10	06:08	05:26	05:27	06:03	06:51	07:38	07:30	08:19
	16:42	17:29	18:19	20:11	21:00	21:43	21:53	21:20	20:19	19:12	17:09	16:32
4	08:39	08:10	07:16	07:07	06:06	05:26	05:27	06:05	06:53	07:40	07:32	08:20
	16:43	17:31	18:21	20:12	21:01	21:44	21:53	21:19	20:17	19:09	17:07	16:32
5	08:39	08:08	07:14	07:05	06:04	05:25	05:28	06:06	06:54	07:41	07:34	08:21
	16:44	17:33	18:22	20:14	21:03	21:44	21:53	21:17	20:15	19:07	17:05	16:31
6	08:39	08:06	07:12	07:03	06:02	05:24	05:29	06:08	06:56	07:43	07:35	08:23
	16:45	17:35	18:24	20:16	21:04	21:45	21:52	21:15	20:13	19:05	17:03	16:31
7	08:38	08:05	07:10	07:01	06:01	05:24	05:30	06:09	06:57	07:45	07:37	08:24
	16:46	17:37	18:26	20:17	21:06	21:46	21:51	21:14	20:10	19:03	17:02	16:30
8	08:38	08:03	07:08	06:59	05:59	05:23	05:31	06:11	06:59	07:46	07:39	08:25
	16:48	17:38	18:28	20:19	21:08	21:47	21:51	21:12	20:08	19:01	17:00	16:30
9	08:37	08:01	07:05	06:56	05:57	05:23	05:32	06:12	07:00	07:48	07:41	08:26
	16:49	17:40	18:29	20:21	21:09	21:48	21:50	21:10	20:06	18:58	16:59	16:30
10	08:37	08:00	07:03	06:54	05:55	05:22	05:33	06:14	07:02	07:50	07:42	08:27
	16:50	17:42	18:31	20:22	21:11	21:49	21:50	21:08	20:04	18:56	16:57	16:30
11	08:36	07:58	07:01	06:52	05:54	05:22	05:34	06:15	07:04	07:51	07:44	08:28
	16:52	17:44	18:33	20:24	21:12	21:49	21:49	21:06	20:01	18:54	16:56	16:30
12	08:36	07:56	06:59	06:50	05:52	05:22	05:35	06:17	07:05	07:53	07:46	08:29
	16:53	17:46	18:34	20:26	21:14	21:50	21:48	21:05	19:59	18:52	16:54	16:29
13	08:35	07:54	06:57	06:48	05:51	05:22	05:36	06:18	07:07	07:55	07:47	08:30
	16:54	17:47	18:36	20:27	21:15	21:51	21:47	21:03	19:57	18:50	16:53	16:29
14	08:34	07:52	06:54	06:46	05:49	05:21	05:37	06:20	07:08	07:56	07:49	08:31
	16:56	17:49	18:38	20:29	21:17	21:51	21:46	21:01	19:55	18:48	16:51	16:29
15	08:34	07:51	06:52	06:43	05:48	05:21	05:38	06:22	07:10	07:58	07:51	08:32
	16:57	17:51	18:39	20:30	21:18	21:52	21:45	20:59	19:52	18:46	16:50	16:30
16	08:33	07:49	06:50	06:41	05:46	05:21	05:39	06:23	07:11	07:59	07:53	08:33
	16:59	17:53	18:41	20:32	21:20	21:52	21:44	20:57	19:50	18:43	16:48	16:30
17	08:32	07:47	06:48	06:39	05:45	05:21	05:40	06:25	07:13	08:01	07:54	08:34
	17:01	17:54	18:43	20:34	21:21	21:53	21:43	20:55	19:48	18:41	16:47	16:30
18	08:31	07:45	06:45	06:37	05:43	05:21	05:41	06:26	07:14	08:03	07:56	08:34
	17:02	17:56	18:44	20:35	21:23	21:53	21:42	20:53	19:46	18:39	16:46	16:30
19	08:30	07:43	06:43	06:35	05:42	05:21	05:43	06:28	07:16	08:05	07:58	08:35
	17:04	17:58	18:46	20:37	21:24	21:54	21:41	20:51	19:43	18:37	16:45	16:30
20	08:29	07:41	06:41	06:33	05:41	05:21	05:44	06:29	07:18	08:06	07:59	08:36
	17:05	18:00	18:48	20:39	21:25	21:54	21:40	20:49	19:41	18:35	16:43	16:31
21	08:28	07:39	06:39	06:31	05:39	05:21	05:45	06:31	07:19	08:08	08:01	08:36
	17:07	18:02	18:49	20:40	21:27	21:54	21:39	20:47	19:39	18:33	16:42	16:31
22	08:27	07:37	06:37	06:29	05:38	05:21	05:46	06:32	07:21	08:10	08:02	08:37
	17:09	18:03	18:51	20:42	21:28	21:54	21:38	20:45	19:36	18:31	16:41	16:32
23	08:26	07:35	06:34	06:27	05:37	05:22	05:48	06:34	07:22	08:11	08:04	08:37
	17:10	18:05	18:53	20:43	21:29	21:55	21:37	20:43	19:34	18:29	16:40	16:32
24	08:25	07:33	06:32	06:25	05:36	05:22	05:49	06:36	07:24	08:13	08:06	08:38
	17:12	18:07	18:54	20:45	21:31	21:55	21:35	20:41	19:32	18:27	16:39	16:33
25	08:24	07:31	06:30	06:23	05:35	05:22	05:50	06:37	07:25	08:15	08:07	08:38
	17:14	18:09	18:56	20:47	21:32	21:55	21:34	20:39	19:30	18:25	16:38	16:33
26	08:22	07:29	06:28	06:21	05:34	05:23	05:52	06:39	07:27	08:16	08:09	08:39
	17:15	18:10	18:58	20:48	21:33	21:55	21:33	20:37	19:27	18:23	16:37	16:34
27	08:21	07:27	06:25	06:19	05:32	05:23	05:53	06:40	07:29	08:18	08:10	08:39
	17:17	18:12	18:59	20:50	21:35	21:55	21:31	20:34	19:25	18:21	16:36	16:35
28	08:20	07:25	06:23	06:17	05:31	05:24	05:55	06:42	07:30	08:20	08:12	08:39
	17:19	18:14	19:01	20:52	21:36	21:55	21:30	20:32	19:23	18:19	16:36	16:36
29	08:18		07:21	06:15	05:30	05:24	05:56	06:43	07:32	08:22	08:13	08:39
	17:21		20:03	20:53	21:37	21:54	21:28	20:30	19:21	18:18	16:35	16:36
30	08:17		07:19	06:13	05:30	05:25	05:57	06:45	07:33	08:23	08:15	08:39
	17:22		20:04	20:55	21:38	21:54	21:27	20:28	19:18	18:16	16:34	16:37
31	08:16		07:16		05:29		05:59	06:46		07:25		08:39
	17:24		20:06		21:39		21:25	20:26		17:14		16:38
Sonneneinstrahlung	263	280	367	414	481	494	497	451	380	333	270	248
Anzahl Minuten mit Schatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang-Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenende/Minuten mit Schatten

WindPRO, entwickelt von EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Berechnung der Schattenwurf-Belastung für einen geplanten Windpark der Firma
Energiekontor in Heinsberg, Waldenrath, Berichts-Nr. 936/21224350/B1

Seite 41 von 48

WindPRO version 2.9.285 Sep 2014

Projekt:
Waldenrath_neuePositionen_20141117

Ausdruck/Seite
18.11.2014 13:30 / 1

Lizenzierter Anwender:
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
Am Grauen Stein
DE-51105 Köln



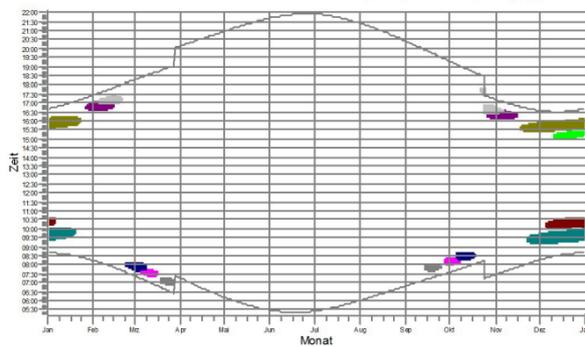
Kai Born / kai.born@de.tuv.com
Berechnet:
18.11.2014 12:43/2.9.285

Genau. Richtig.

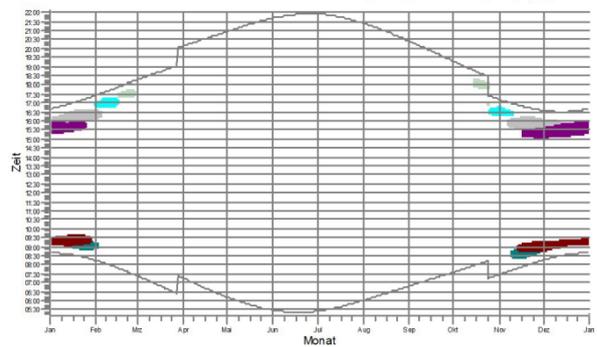
SHADOW - Grafischer Kalender pro WEA

Berechnung: Zusatzbelastung

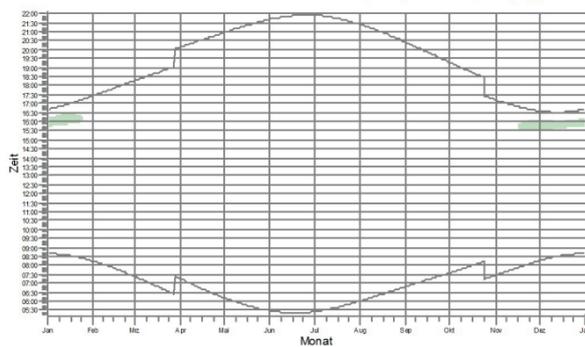
1: NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (1)



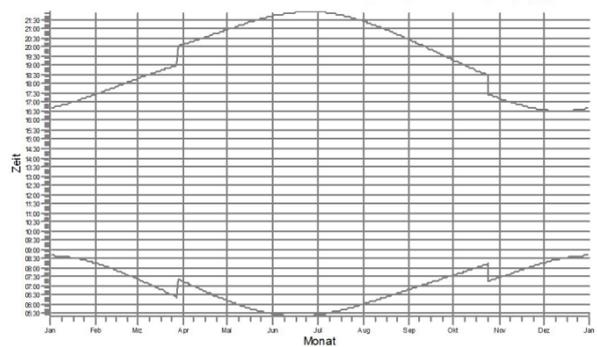
2: NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (2)



3: NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (3)



4: NORDEX N117 2400 117.0 !O! NH: 91,0 m (Ges:149,5 m) (4)



Schattenrezeptoren

- | | | |
|--|---|---|
|  D: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (4) |  H: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (8) |  L: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (12) |
|  E: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (5) |  I: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (9) |  M: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (13) |
|  F: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (6) |  J: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (10) |  N: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (14) |
|  G: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (7) |  K: Schattenrezeptor: 1,0 × 5,0 Azimut: 0,0° Ausrichtung: 90,0° (11) | |

A4 Produktbeschreibung Schattenwurfmodul



Produktbeschreibung
Schattenwurfmodul SWM-V3.5

Kunde: Nordex Energy

Revision 00

Produktbeschreibung Schattenwurfmodul SWM-V3.5 Kunde: Nordex Energy Document-No.: KD-D-12091701 Release Date: 18.09.2012 Revision: 00	
---	---

1 Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis	2
2 Revisionsliste	2
3 Einleitung	3
4 Schattenwurfüberwachung	3
4.1 Funktionsweise.....	3
4.2 Protokollierung	4
4.3 Konfiguration	4
5 Fledermausschutz	4
6 Abschaltkalender	5
7 Anbindung an Nordex Windenergieanlagen	5
8 Überwachung des Schattenwurfmoduls	5
9 Technische Daten.....	6

2 Revisionsliste

Revision	Änderungsbeschreibung	Datum	Verfasser
00	Erstausgabe	18.09.12	M.Hartmund

Produktbeschreibung Schattenwurfmodul SWM-V3.5 Kunde: Nordex Energy Document-No.: KD-D-12091701 Release Date: 18.09.2012 Revision: 00	
---	---

3 Einleitung

Der sich drehende Rotor einer Windenergieanlage verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf. Dieser kann an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen führen und somit dazu beitragen, dass die Akzeptanz von Windenergieanlagen in der Bevölkerung beeinträchtigt wird. Um den Schutz der Anwohner von Windparks zu gewährleisten, werden durch die Immissionsschutzbehörden Auflagen erlassen, welche die Schattenwurfdauer auf ein verträgliches Maß begrenzen. Dazu wird der Einsatz einer Überwachungseinrichtung angeordnet, welche bei Überschreitung der zulässigen Schattenwurfdauer die verursachende Windenergieanlage anhält und alle Schattenwurfereignisse protokolliert.

Das Schattenwurfmodul SWM-V3.5 bietet die technische Lösung zur Einhaltung dieser behördlichen Auflagen. Es wird bereits in über 800 Windparks führender Hersteller eingesetzt.

Darüber hinaus wird das Schattenwurfmodul SWM-V3.5 zur Einhaltung von behördlichen Auflagen zum Schutze von Fledermäusen angewendet.

4 Schattenwurfüberwachung

Das Schattenwurfmodul SWM-V3.5 kann die Schattenwurfbelastung an bis zu 300 Gebäuden (Immissionsorten) überwachen. Dabei können bis zu 50 Windenergieanlagen berücksichtigt werden.

Für jedes Gebäude können eine tägliche und eine auf einen Jahreszeitraum bezogene zulässige Schattenwurfbelastung definiert werden. Bestimmte Wochentage können bei der Schattenwurfüberwachung ausgeblendet werden (z.B. Samstag und Sonntag bei gewerblich genutzten Gebäuden).

Bei der Überschreitung der maximal zulässigen Schattenwurfbelastung wird die verursachende Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet. Alle Schattenwurfereignisse und Abschaltungen werden protokolliert.

4.1 Funktionsweise

Mit Hilfe eines Lichtsensors wird die Intensität des Sonnenlichtes in vier Richtungen gemessen. Auf Basis dieser Ergebnisse kann das Schattenwurfmodul beurteilen, ob bei den bestehenden Lichtverhältnissen grundsätzlich Schattenwurffeffekte auftreten können. Parallel dazu berechnet das Schattenwurfmodul fortwährend, ob eines der zu schützenden Gebäude aufgrund des aktuellen Sonnenstands vom Rotorschatten einer WEA getroffen wird. Das Schattenwurfmodul prüft dabei, ob die Windenergieanlage überhaupt im Betrieb ist und berücksichtigt, welche Position der Rotor zur Sonne hat. Wird an einem Gebäude eine Schattenwurfbelastung erkannt, werden die entsprechenden Tages- und Jahreszähler erhöht.

Bei der Überschreitung der maximal zulässigen Schattenwurfbelastung wird die verursachende Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet. Die Windenergieanlage kann bei geringer Leistung auch abgeschaltet werden, obwohl noch keine Überschreitung der zulässigen Schattenwurfbelastung

Produktbeschreibung Schattenwurfmodul SWM-V3.5 Kunde: Nordex Energy Document-No.: KD-D-12091701 Release Date: 18.09.2012 Revision: 00	
---	---

eingetreten ist. Dadurch kann das zur Verfügung stehende Jahresbudget für den leistungsstärkeren Betrieb der Windenergieanlage geschont werden. Die Leistungsgrenze, ab der eine vorzeitige Abschaltung erfolgen soll, kann für jede Windenergieanlage individuell eingestellt werden.

4.2 Protokollierung

Alle Schattenwufereignisse und Abschaltungen werden vom Schattenwurfmodul in einem Ringspeicher protokolliert. Der Ringspeicher hat eine Kapazität für 417.000 Einträge. Das Schattenwurfprotokoll kann mit der kostenlosen Software SHADOW MEMORY über eine Netzwerkschnittstelle ausgelesen werden. Für die Auswertung der Protokolle stehen Filter- und Statistikfunktionen zur Verfügung. Im Handbuch der Software SHADOW MEMORY werden diese Funktionen detailliert dargestellt.

4.3 Konfiguration

Die Konfiguration des Schattenwurfmoduls enthält alle projektspezifischen Daten. In ihr werden u.a. die Standorte und die Beschaffenheit der Windenergieanlagen und zu schützenden Gebäude hinterlegt und die maximal zulässige Beschattungsdauer definiert. Für die Erstellung und Übertragung der Konfiguration steht die Software SHADOW MANAGER zur Verfügung. Eine detaillierte Darstellung der Konfigurationsmöglichkeiten ist dem dazugehörigen Handbuch zu entnehmen.

5 Fledermausschutz

Bei behördlich geforderten Abschaltungen zum Schutze von Fledermäusen werden in der Regel der Sonnenstand sowie meteorologische Parameter als Abschaltkriterium herangezogen.

Das Schattenwurfmodul SWM-V3.5 kann zur Umsetzung derartiger Auflagen eingesetzt werden. Hierzu können für jede Windenergieanlage mehrere Datumsbereiche festgelegt werden, in denen zusätzlichen Abschaltungen durchgeführt werden sollen.

In der Konfiguration des Schattenwurfmoduls können Abschaltung der Windenergieanlagen zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang definiert werden. Dabei können auch Zeitversätze berücksichtigt werden, z.B. Abschaltung zwischen einer Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang. Es können auch Zeitangaben in die Konfiguration aufgenommen werden, z.B. Abschaltung zwischen Sonnenuntergang und 00:00 Uhr.

Neben dem Sonnenstand werden in vielen Baugenehmigungen zusätzlich Windgeschwindigkeit und Außentemperatur als einschränkendes Abschaltkriterium herangezogen. Überschreitet die Windgeschwindigkeit einen festgelegten Grenzwert, braucht die Abschaltung der Windenergieanlage nicht zu erfolgen. Dies gilt ebenso, wenn die Außentemperatur unter einen behördlich festgelegten Wert sinkt. Die meteorologischen Daten werden dem Schattenwurfmodul von den Windenergieanlagen übermittelt und können in der Konfiguration der Abschaltzeiten entsprechend berücksichtigt werden.

Produktbeschreibung Schattenwurfmodul SWM-V3.5 Kunde: Nordex Energy Document-No.: KD-D-12091701 Release Date: 18.09.2012 Revision: 00	
---	---

Die so generierten Abschaltungen werden ebenfalls protokolliert und können mit der kostenlosen Software SHADOW MEMORY ausgelesen werden.

6 Abschaltkalender

Mit der Software SHADOW MANAGER kann ein Abschaltkalender generiert werden, um an bestimmten Daten die Windenergieanlagen für einen bestimmten Zeitraum anzuhalten. Bei diesen Abschaltungen kann auch berücksichtigt werden, ob aufgrund der herrschenden Lichtverhältnisse Schattenwurf grundsätzlich möglich ist. Der Abschaltkalender kann bis zu 3.500 Abschaltungen enthalten.

7 Anbindung an Nordex Windenergieanlagen

Das Schattenwurfmodul besteht aus einer Zentraleinheit und einem Lichtsensor mit Signalkonverterschrank.

Die Zentraleinheit wird im Turmfuß einer Windenergieanlage installiert. Sie kommuniziert über eine Modbus/TCP-Schnittstelle mit den Windenergieanlagen des Windparks. Über diese Schnittstelle werden die Stopp- und Startkommandos zu den Windenergieanlagen gesendet. Die Windenergieanlagen wiederum senden Betriebsparameter wie Gondelposition, Windgeschwindigkeit, aktuelle Leistung und Aussentemperatur zur Zentraleinheit.

Der Lichtsensor wird auf dem Maschinenhaus der Windenergieanlage installiert. Die ausgewählte Windenergieanlage sollte möglichst zentral im Windpark liegt. Sollte der Abstand des Lichtsensors zu einer Windenergieanlage größer 1000 Meter sein, sollte ein weiterer Lichtsensor eingesetzt werden, um die Lichtverhältnisse im Windpark möglichst genau zu erfassen.

Im Maschinenhaus der Windenergieanlage wird ein Signalkonverterschrank montiert, aus dem der Lichtsensor seine Spannungsversorgung erhält. Der Signalkonverterschrank enthält weiterhin Überspannungskomponenten und ein Konvertermodul, damit der Lichtsensor in das Netzwerk der Windenergieanlage integriert werden kann.

8 Überwachung des Schattenwurfmoduls

Die Steuerungen der Windenergieanlagen erwarten regelmäßig ein Keep-Alive-Signal vom Schattenwurfmodul. Der Ausfall der Kommunikationsverbindung oder des Schattenwurfmoduls führt daher zu einem Alarm und würde so von der Fernüberwachung erkannt werden können.

Das Schattenwurfmodul sendet über das Kommunikationsprotokoll Fehlermeldung an die Windenergieanlagen, wenn z.B. ein Lichtsensor ausgefallen ist.

Produktbeschreibung Schattenwurfmodul SWM-V3.5 Kunde: Nordex Energy Document-No.: KD-D-12091701 Release Date: 18.09.2012 Revision: 00	
---	---

9 Technische Daten

Schattenwurfmodul SWM-V3.5, Typ 06

Abmessungen mit Schaltschrank:	600 x 380 x 350 mm (H x B x T)
Gewicht mit Schaltschrank:	ca. 25 kg
Versorgungsspannung:	100 - 240 V AC (50 – 60 Hz)
Typische Stromaufnahme:	1,3 A
Betriebstemperatur:	-20 °C ... 50 °C
Schutzklasse mit Schaltschrank:	IP 65

Lichtsensormodul V5M (Metallgehäuse)

Abmessungen:	100 x 100 x 81 mm (H x B x T)
Gewicht:	ca. 2 kg
Versorgungsspannung:	24 V DC
Typische Stromaufnahme:	1 A (Heizbetrieb)
Betriebstemperatur:	-20 °C ... 50 °C
Schutzklasse:	IP 66

Signalkonverterschrank Typ 06

Abmessungen mit Schaltschrank:	380 x 380 x 210 mm (H x B x T)
Gewicht mit Schaltschrank:	ca. 13 kg
Versorgungsspannung:	100 - 240 V AC (50 – 60 Hz)
Typische Stromaufnahme:	1,0 A
Betriebstemperatur:	-20 °C ... 50 °C
Schutzklasse mit Schaltschrank:	IP 65