Schattenwurfanalyse

für den Neubau und Betrieb

von fünf Windenergieanlagen

des Typs

Enercon E-175 EP5

für den Standort

Knipsberg

Auftraggeber

Knipsberg Windpark Verwaltungs GbR, Renker Weg 1, 33175 Bad Lippspringe

Dahlholz GbR, Teichweg 10, 33100 Paderborn

Auftragnehmer

Lackmann Phymetric GmbH

Vattmannstr. 3

33100 Paderborn

Berichtnr.: LaPh-2025-28

Datum: 10.07.2025

Ergebnisüberblick

Der Auftraggeber plant im Außenbereich der Stadt Paderborn im Kreis Paderborn den Neubau und Betrieb von fünf Windenergieanlage des Herstellers Enercon.

Die Anlagen vom Typ Enercon E-175 EP5 werden mit einer Nabenhöhe von 162,0 m und einer Nennleistung von 6.000 kW beantragt. Der Standort der neu geplanten Anlagen liegt in der Stadt Paderborn in der Gemarkung Dahl.

Um eine erhebliche Belästigung durch Schattenwurf auf umliegende Immissionsorte zu vermeiden, wird in der vorliegenden Schattenwurfprognose der potenzielle Schattenwurf der antragsgegenständlichen WEA untersucht. Die Berechnung wird mittels der EMD-Software WindPro durchgeführt, die auf Grundlage des Sonnenstands im Tages- und Jahresverlauf den Gang des Schattens des WEA-Rotors simuliert. Dabei wird als worst-case Methode die astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer berechnet. Als Richtwert wird gemäß [2] eine maximale Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Jahr sowie 30 Minuten am Tag angenommen.

Die Immissionspunkte für die Berechnungen wurden an die nächstgelegenen Wohnhäuser gesetzt (nächstgelegene Hauswand zur WEA). Insgesamt wurden 18 Immissionspunkte betrachtet. In der Programmierung der Abschalteinrichtung sind alle betroffenen Immissionspunkte aufzunehmen. Als Vorbelastung werden die WEA in der Umgebung der antragsgegenständlichen WEA in den Berechnungen berücksichtigt.

Durch die WEA in der Umgebung sind 17 der insgesamt 18 betrachteten Immissionsorte bereits durch Schattenwurf vorbelastet. An 12 der insgesamt 18 betrachteten Immissionsorten werden die Richtwerte durch die Vorbelastung überschritten. Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 16 der insgesamt 18 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. Dabei tragen alle geplanten WEA zu Richtwertüberschreitungen bei.

In den Ortschaften Dahl und Dörenhagen kommt es neben den exemplarisch betrachteten Immissionspunkten auch an weiteren Gebäuden zu Überschreitungen. Diese sind in die Programmierung der Abschalteinrichtung aufzunehmen.

Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass alle beantragten WEA mit einem Schattenwurfabschaltmodul auszustatten sind, um Richtwertüberschreitungen an umliegenden Immissionsorten zu vermeiden.

Die Richtwerte von 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag werden an allen Immissionspunkten im Einwirkbereich der Neuplanung eingehalten.

Paderborn, den 10. Juli 2025

Dr.-Ing. Jan Lackmann

Tido Hagen, M. Sc.

Inhaltsverzeichnis

Ergebnisüberblick **2**

Inhaltsverzeichnis **3**

Aufgabenbeschreibung **4**

Projektübersicht **5**

Grundlagen zum Nachweis von Schattenwurf **10**

Eingangsparameter der Berechnung **11**

Vorbelastung **12**

Zusatzbelastung **18**

WEA01 *23*
WEA02 *25*
WEA03 *27*
WEA04 *29*
WEA05 *31*

Gesamtbelastung **33**

Abschlussbetrachtung **34**

Literaturverzeichnis **35**

Anhang **36**

Aufgabenbeschreibung

Der Auftraggeber plant im Außenbereich der Stadt Paderborn im Kreis Paderborn den Neubau und Betrieb von fünf Windenergieanlagen des Herstellers Enercon.

Die Anlagen vom Typ Enercon E-175 EP5 werden mit einer Nabenhöhe von 162,0 m und einer Nennleistung von 6.000 kW beantragt. Der Standort der neu geplanten Anlagen liegt in der Stadt Paderborn in der Gemarkung Dahl.

Bei dem Betrieb von Windenergieanlagen kann bei ausreichendem Sonnenschein durch den betriebsbedingt bewegten Rotor periodischer Schattenwurf entstehen, der im Sinne des BImSchG als Immission einzuordnen ist. [1] Lichtdurchlässige Bereiche von Wohnhäusern wie Wohn-, Schlaf- oder Büroräumen sowie an Gebäuden beginnende Außenflächen wie Terrassen oder Balkone können durch potenziellen periodischen Schattenwurf betroffen sein und gelten in diesem Bezug als schutzwürdige Räume. [2]

Periodischer Schattenwurf bei WEA tritt nur unter bestimmten Wetterbedingungen auf und ist damit abhängig von Sonnenstand, Sonneneinstrahlung sowie Windgeschwindigkeit. Des Weiteren sind Tages- und Nachtzeit, WEA-Ausrichtung und WEA- und Rezeptor-Standort entscheidende Faktoren.

Periodischer Schattenwurf kann bei Menschen das Wohlbefinden innerhalb der schutzwürdigen Räume beeinflussen. Um eine erhebliche Belästigung durch Schattenwurf auf umliegende Immissionsorte zu vermeiden, wird im Folgenden der potenzielle Schattenwurf der antragsgegenständlichen WEA untersucht. Die Berechnung wird mittels der EMD-Software WindPro durchgeführt, die auf Grundlage des Sonnenstands im Tages- und Jahresverlauf den Gang des Schattens des WEA-Rotors simuliert.

Auf Grundlage der Berechnungen wird die Einhaltung der Richtwerte von max. 30 min/Tag und 30 h/Jahr der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer überprüft und daran bewertet, ob ein Schattenwurfabschaltmodul an der betreffenden WEA installiert werden muss.

Die Immissionspunkte für die Berechnungen wurden an die nächstgelegenen Wohnhäuser gesetzt (nächstgelegene Hauswand zur WEA). In der Programmierung der Abschalteinrichtung sind alle betroffenen Immissionspunkte aufzunehmen.

Wie die folgenden Ausführungen zeigen, führt die Neuplanung an keinem der betrachteten Immissionsorte zu bewegtem Schattenwurf, sodass eine Betrachtung der Vor- und Gesamtbelastung entfällt.

Eine detaillierte Projektübersicht sowie die Berechnungsergebnisse des zu erwartenden Schattenwurfs sind im Folgenden dargestellt.

Projektübersicht

In dem WindPro-Modell wird als **Zusatzbelastung** die Neuplanung am Standort Knipsberg mit folgenden Daten berücksichtigt (P = Nennleistung [kW], RD = Rotordurchmesser [m], NH = Nabenhöhe [m]):

WEA	Ost	Nord	Z [m]	Typ	P	RD	NH
WEA01	490.176	5.725.589	314,9	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA02	490.499	5.725.331	320,0	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA03	489.596	5.725.262	308,9	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA04	489.317	5.725.680	292,4	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162
WEA05	490.048	5.725.138	320,0	Enercon E-175 EP5	6.000	175	162

Die Standorte der antragsgegenständlichen WEA sind in Abbildung 1 dargestellt.

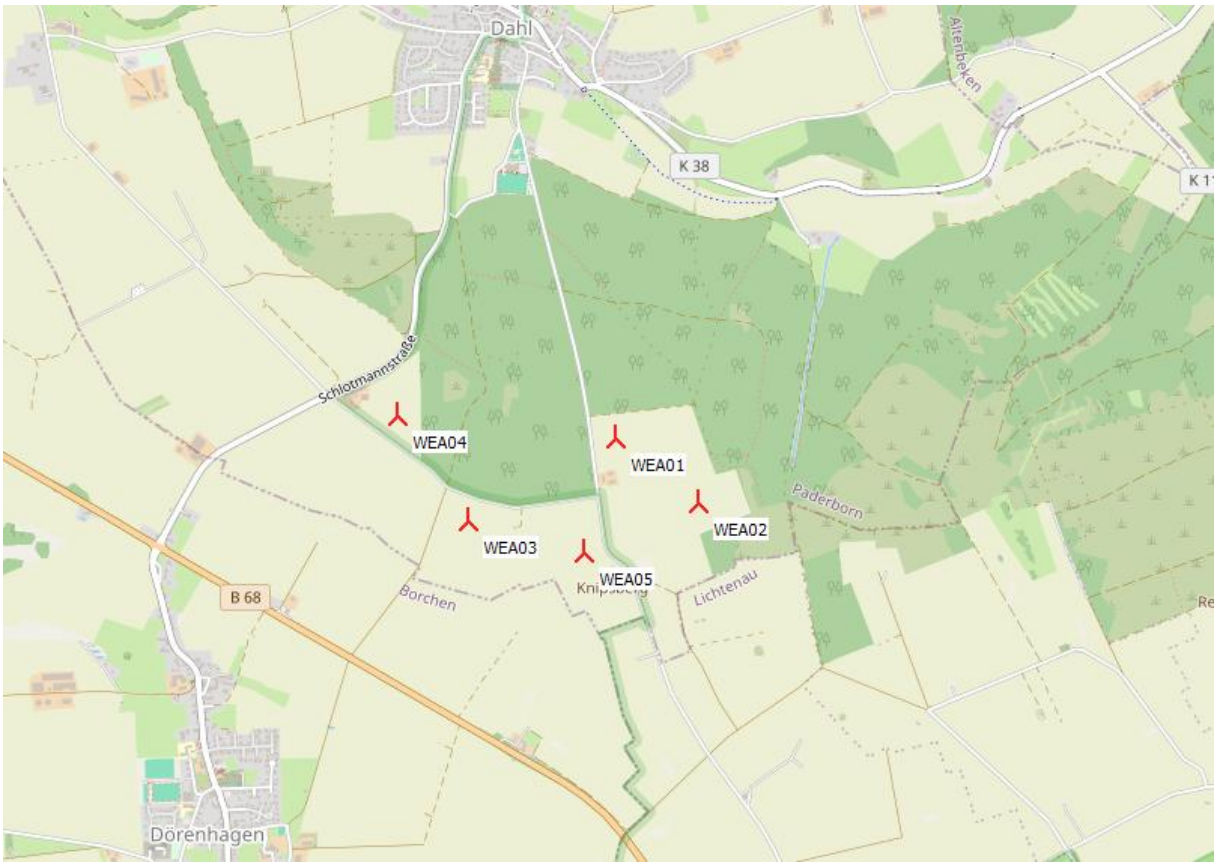


Abbildung 1: Standort Knipsberg (Neuplanung: rot)

Als **Vorbelastung** werden die folgenden WEA berücksichtigt. Die Daten der Vorbelastung wurden von der Genehmigungsbehörde des Kreis Paderborn zur Verfügung gestellt und durch den Auftraggeber ergänzt.

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
W01	E-138 EP3 E2-4.200	489.988	5.723.160	329,7	160
W02	E-115 EP3 E3-2.990	490.366	5.724.314	329,5	149
W03	E-115 EP3 E3-2.990	491.745	5.725.016	339,2	149

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
W04	E-138 EP3 E2-4.200	491.901	5.724.454	354,9	160
W05	N133/4.8-4.800	492.755	5.724.762	352,9	164
W06	E-138 EP3 E3-4.260	490.683	5.724.101	329,5	160
W07	N163/6.X-7.000	491.560	5.723.732	353,4	164
W08	E-138 EP3 E2-4.200	491.227	5.724.744	332,5	160
W09	E-175 EP5-6.000	492.789	5.724.948	354	162
W10	E-82 E2 TES-2.300	489.700	5.723.196	313,7	138,4
W11	E-115 EP3 E3-2.990	490.327	5.723.378	319,5	149
W12	E-160 EP5 E3-5.560	489.757	5.724.846	314,1	166,6
W13	E-101-3.050	489.973	5.724.360	316,9	149
W14	E-92 2,3 MW-2.350	490.246	5.724.719	329,2	138,4
W15	N149/5.X-5.700	491.411	5.723.451	344,1	164
W16	N117/3600-3.600	492.109	5.724.247	360,4	134
W17	E-175 EP5-6.000	489.827	5.723.972	320,6	162
W18	E-92 2,3 MW-2.350	491.936	5.724.153	360,9	138,4
W19	E-92 2,3 MW-2.350	490.901	5.723.869	328,3	138,4
W20	E-175 EP5-6.000	489.595	5.724.255	298,8	162
W21	E-82 E2 TES-2.300	489.854	5.724.585	318,6	138,4
W22	E-115 EP3 E3-2.990	491.496	5.724.618	346,5	149
W23	E-115 EP3 E3-2.990	490.004	5.722.877	332,4	149
W24	E-92 2,3 MW-2.350	490.256	5.723.763	328,7	138,4
W25	NM64C/1500-1.500/400	489.685	5.722.998	318,1	68
W26	E-175 EP5-6.000	489.840	5.723.525	320,8	162
W27	E-82 E2 TES-2.300	489.937	5.723.815	326,7	138,4
W28	E-92 2,3 MW-2.350	490.915	5.724.416	322,4	138,4
W29	E-92 2,3 MW-2.350	491.260	5.725.072	326	138,4
W30	E-115 EP3 E3-2.990	491.442	5.724.098	350,7	149
W31	E-115-3.000	492.269	5.724.419	361,8	149,1
W32	N131/3000-3.000	490.369	5.724.047	330,9	120
W33	E-115 EP3 E3-2.990	490.552	5.724.933	312,8	149
W34	E-115 EP3 E3-2.990	491.999	5.724.865	345,7	149
W35	E-175 EP5-6.000	492.415	5.724.796	355	162
W36	V80-2.0MW-2.000	487.933	5.726.171	266,4	60
W37	N62-1.300/250	486.702	5.726.268	247,7	69
W38	TW 600-600/200	486.805	5.726.011	253,7	50
W39	TW 600-600/200	486.983	5.725.905	258,3	50
W40	E-101-3.050	488.577	5.726.307	266,1	149
W41	E-101-3.050	488.780	5.726.129	274,7	135,4
W42	GE 1.5sl-1.500	486.668	5.725.839	252,9	61,7
W43	N62-1.300/250	486.758	5.726.563	240,2	69
W44	E-70 E4 2,3 MW-2.300	488.254	5.726.445	261,9	64
W45	TW 600-600/200	486.758	5.725.649	254,7	50
W46	N62-1.300/250	487.053	5.726.394	248,9	69
W47	N62-1.300/250	487.063	5.726.087	255,8	69

WEA	Anlagentyp	Ost	Nord	Z [m]	NH [m]
W48	N62-1.300/250	487.347	5.726.225	256,5	69
W49	V80-2.0MW-2.000	487.951	5.725.924	274,1	60
W50	E-70 E4 2,3 MW-2.300	488.272	5.726.162	271	64
W51	E-92 2,3 MW-2.350	488.435	5.726.571	256,6	138,4
W52	NM72C/1500-1.500/400	487.204	5.725.400	265,4	64
W53	NM72C/1500-1.500/400	486.940	5.725.502	262,2	64
W54	E-53-800	487.314	5.726.022	260,6	73,3
W55	NM72C/1500-1.500/400	487.347	5.725.580	270,4	64
W56	V80-2.0MW-2.000	487.621	5.726.136	262,1	60
W57	E-48-800	487.121	5.725.729	262,9	75,6
W58	M1500-600/150	487.455	5.725.778	270,5	46
W59	E-53-800	487.614	5.725.923	268,2	73,3
W60	V80-2.0MW-2.000	487.872	5.725.691	274,5	60
W61	E-160 EP5 E3 R1-5.560	489.717	5.722.629	321,6	166,6

Als **Immissionsorte** werden die Schattenrezeptoren in der folgenden Tabelle berücksichtigt. Jeder Rezeptor wird mit den Maßen (Breite 0,1m x Höhe 0,1m x Höhe über Grund 2m) sowie einer Fensterneigung von 0° im Gewächshausmodus gemäß [2] angenommen. Die Immissionsorte werden in den Abbildungen 2 – 3 dargestellt.

In Abbildung 4 ist der gesamte Projektinhalt in einer Übersicht dargestellt.

Immissionsort	Beschreibung	Ost	Nord	Z [m]
IP01	Ellerstraße 144, Dahl	490.952	5.726.380	241,4
IP02	Warburger Straße 3a, Borchen	488.889	5.724.905	284,5
IP03	Dahler Straße 3, Borchen	488.502	5.725.283	275,9
IP04	Warburger Straße 1, Borchen	488.106	5.725.298	263,7
IP05	Dahler Straße 2a, Borchen	488.430	5.725.186	273,7
IP06	Kirchborchener Straße 84, Borchen	488.422	5.725.107	271,6
IP07	Kirchborchener Straße 74, Borchen	488.407	5.724.972	266,9
IP08	Kirchborchener Straße 60a, Borchen	488.489	5.724.744	257,9
IP09	Am Dorfteich 4, Borchen	488.608	5.724.688	256,9
IP10	Sebastianstraße 45, Borchen	488.834	5.724.446	271,2
IP11	Dahler Straße 3, Borchen	488.599	5.724.194	275,3
IP12	Lange Trift 35, Dahl	489.331	5.726.796	245,3
IP13	Pastorskamp 16, Dahl	489.657	5.726.811	250,5
IP14	Schlotmannstraße 54, Dahl	489.499	5.726.668	257,1
IP15	Grundsteinheimer Weg 25, Dahl	489.834	5.726.760	254,9
IP16	Ellerstraße 18, Dahl	490.037	5.726.934	219,9
IP17	Schluchtweg 18, Dahl	490.153	5.727.197	239,1
IP18	Heidland 4, Dahl	489.450	5.727.137	221,6

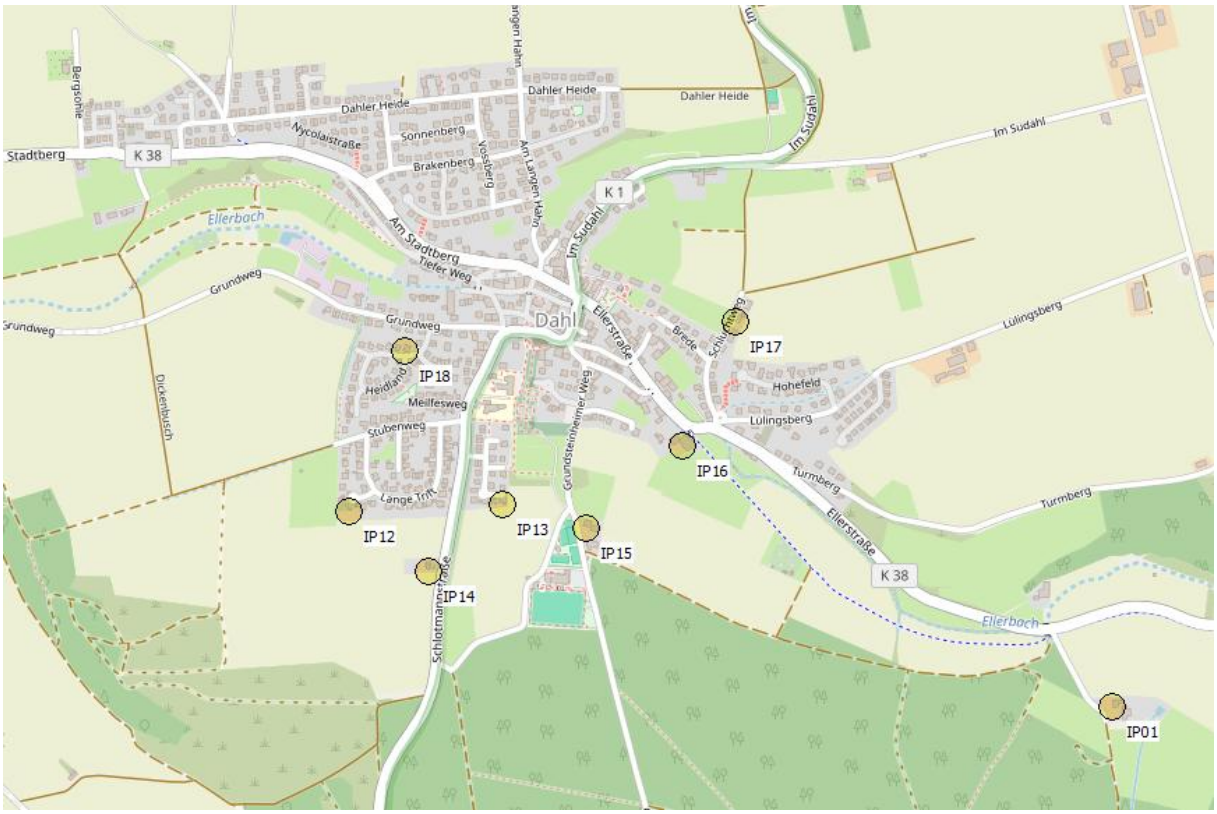


Abbildung 2 - Schattenrezeptoren IP01 und IP12 – IP18

Abbildung 3 - Schattenrezeptoren IP02 – IP11

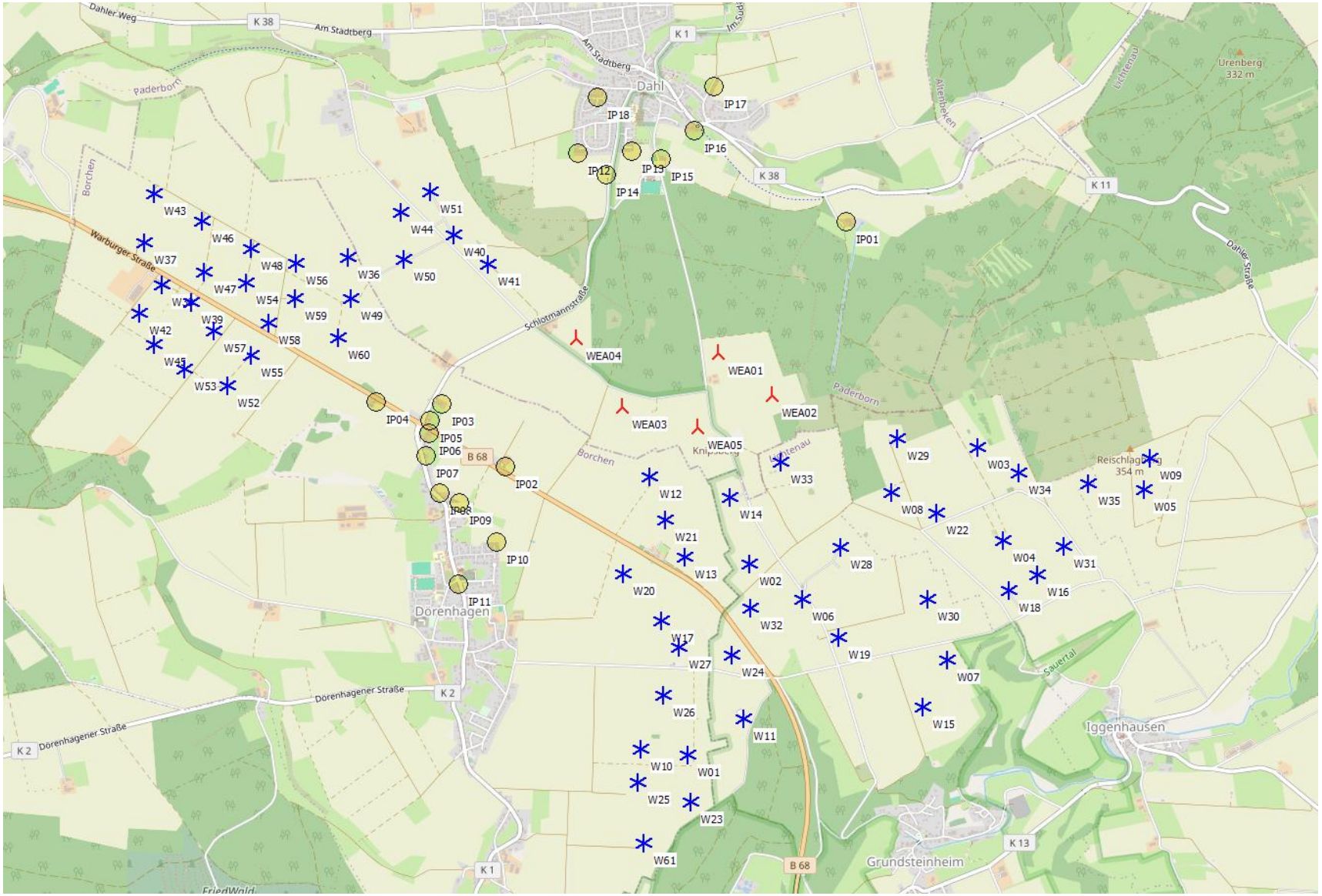


Abbildung 4 – Projektübersicht: Zusatzbelastung (rot), Vorbelastung (blau) und Immissionsorte

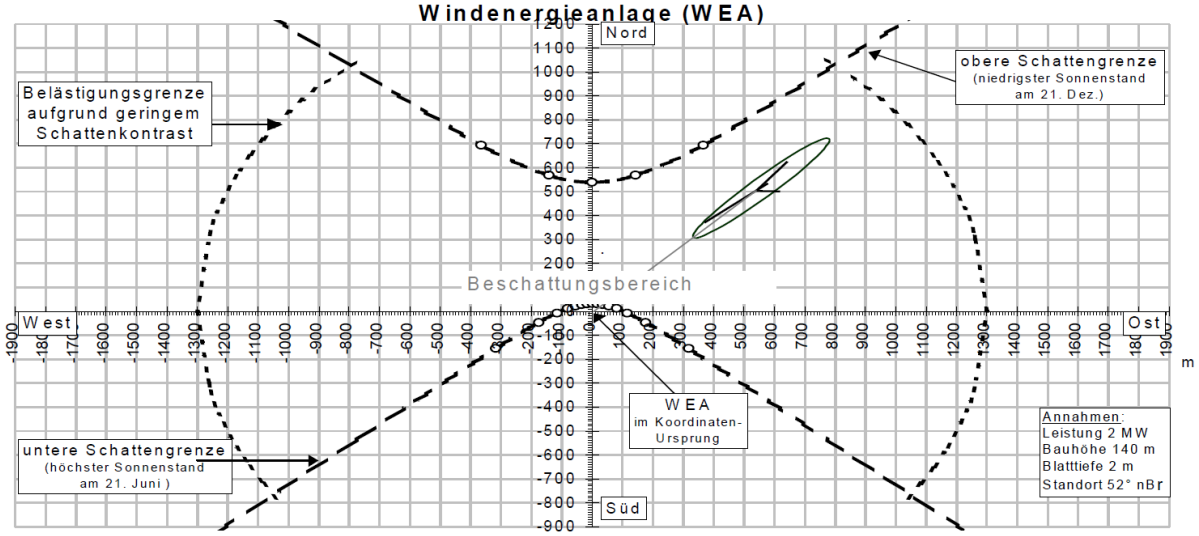
Grundlagen zum Nachweis von Schattenwurf

Wenn eine Windkraftanlage den Flächenwinkel zwischen einem Objekt und der Sonne kreuzt, wirkt sich das als Schattenwurf auf das Objekt oder einen Betrachter aus. Dabei ist zwischen dem Schattenwurf, der von dem Turm der WEA, und dem, der vom bewegten Rotor ausgeht, zu unterscheiden. Der Schattenwurf des Turms oder der WEA bei Stillstand ist gleichzusetzen mit dem Schattenwurf von jedem anderen nicht bewegten Objekt, von dem kein besonderer Effekt ausgeht. Von dem periodischen Schlagschatten des bewegten Rotors bei Betrieb der WEA ist hingegen von einer Belästigung an den betroffenen Immissionsorten auszugehen. Dieser periodische Schlagschatten wird in der vorliegenden Schattenwurfprognose untersucht. [2]

Periodischer Schlagschatten lässt sich in Kernschatten und Halbschatten unterteilen. Beim Kernschatten wird die Sonne durch das Rotorblatt aus Sicht des Immissionsortes vollständig verdeckt, bei Halbschatten hingegen nur teilweise. Eine Unterscheidung zwischen Kern- und Halbschatten ist für die Schattenwurfprognose nicht von Bedeutung. [2]

Der mögliche Beschattungsbereich einer WEA weist gewöhnlich die Schattengrenzen auf, die in der folgenden Abbildung dargestellt sind. [2] Im Osten und Westen der Anlage fallen die Schattengrenzen aufgrund des Sonnenstands deutlich weiter als im Norden der Anlage aus. Im Süden WEA ist über das Jahr hinweg kein Schattenwurf zu verzeichnen.

Abb.: Möglicher Beschattungsbereich einer großen Windenergieanlage (WEA)



Die Untersuchung und Bewertung von periodischem Schattenwurf von WEA erfolgt gemäß den Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) des Länderausschusses für Immissionsschutz (2002). Die Hinweise sind bundesweit in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen bindend. Gemäß den Hinweisen sind folgende Richtwerte bei periodischem Schattenwurf von WEA einzuhalten:

- Schattenwurf von max. 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten am Tag
- Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° nicht zu berücksichtigen
- Einwirkbereich des Schattens endet bei 20% Verdeckungsgrad

Eingangsparameter der Berechnung

Die Berechnungen der vorliegenden Schattenwurfprognose wurden mittels WindPro und der Berechnungsmethode „Shadow“ durchgeführt. Die Rezeptoren (Immissionsorte) wurden als Terrasse von 0,1 m Breite, 0,1 m Höhe und 2 m Abstand vom Boden modelliert. Der Schattenrezeptor wird im „Gewächshausmodus“ waagerecht angeordnet, wodurch gewährleistet wird, dass der Schattenwurf jeder WEA im Umfeld berücksichtigt wird.

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfes. Der Sonnenstand ist von der Erdrotation, der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne und der Neigung der Erdachse während der unterschiedlichen Jahreszeiten abhängig. Es wird der Schattenverlauf des Rotors jeder betrachteten Windkraftanlage über den Zeitraum eines Jahres in 1-Minuten-Schritten unter Berücksichtigung des Sonnenverlaufs berechnet. Die betrachteten Objekte werden nach ihrer Lage in der Schattenellipse des Rotors beurteilt. [3]

Die Berechnung beruht dabei auf folgenden Daten und Zusammenhängen [3]:

- Positionen der Windkraftanlagen mit X, Y, und Z - Koordinaten
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser der Windkraftanlage
- Position des Immissionspunktes, Koordinaten, seine Größe, Ausrichtung, Neigung und Höhe über Grund
- Geographische Koordinaten der Standorte mit Bezug zur Zeitzone und Zeitverschiebung während der Sommerzeit
- Mathematisches Modell zur Berechnung des genauen Sonnenverlaufes unter Berücksichtigung der Zeitkorrektur durch die elliptische Form der Erdkreisbahn um die Sonne
- Daten über mittlere Rotorblatttiefe der WEA, welche über die Reichweite des Schattenwurfs einer WEA entscheidet

Es wird ein Verdeckungskriterium von 20 % zur Ermittlung der Schattenreichweite angesetzt. Hierbei wird mit den Blattdaten des Herstellers ermittelt, wann die Sonnenscheibe zu 20 % verdeckt ist. Erst dann kann von wahrnehmbarem Schattenwurf ausgegangen werden. Wenn keine Blattdaten des Herstellers in WindPro hinterlegt sind, wird ein maximaler Beschattungsbereich von 2.500 m angenommen. [2, 3]

In den Berechnungen wird die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer betrachtet. Dieses stellt die worst-case Methode dar, indem die Beschattungsdauer berechnet wird, bei der die Sonne theoretisch während der gesamten Zeit zwischen Sonnenaufgang und -untergang durchgehend bei wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die WEA in Betrieb ist. [3]

Über eine vereinfachte Sichtbarkeitsanalyse wird unter Berücksichtigung der Orographie (hinterlegtes Höhenmodell: NRW DGM 5 m) mittels WindPro bestimmt, inwiefern eine Sichtbeziehung zwischen der WEA und dem Immissionsort besteht. Sobald eine Sichtbeziehung mindestens zur oberen Spitze des WEA-Blattes besteht, wird der Rezeptor in vollem Umfang in den Berechnungen berücksichtigt. [3]

In den Berechnungsergebnissen werden Flächen mit gleicher Schattendauer um die Windkraftanlagen dargestellt.

Vorbelastung

Als Vorbelastung werden die WEA im Umfeld der Neuplanung berücksichtigt. Eine Übersicht über die Berechnungsergebnisse aus WindPro gibt die folgende Tabelle. Darin ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr und die maximal mögliche Schattendauer pro Tag dargestellt. Wird ein Richtwert (30 Stunden pro Jahr oder 30 Minuten pro Tag) an dem Immissionspunkt überschritten, sind die Zellen orange markiert.

Immissionspunkt	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP01	10:39:00	00:17
IP02	116:26:00	00:58
IP03	58:43:00	00:28
IP04	25:00:00	00:22
IP05	37:32:00	00:28
IP06	37:21:00	00:29
IP07	38:26:00	00:29
IP08	53:36:00	00:41
IP09	83:05:00	00:44
IP10	153:28:00	01:08
IP11	96:02:00	00:46
IP12	48:04:00	00:35
IP13	22:47:00	00:22
IP14	31:37:00	00:27
IP15	16:06:00	00:19
IP16	0:00:00	00:00
IP17	7:44:00	00:14
IP18	37:07:00	00:24

Durch die WEA in der Umgebung sind 17 der insgesamt 18 betrachteten Immissionsorte durch Schattenwurf vorbelastet. An 12 der insgesamt 18 betrachteten Immissionsorte werden die Richtwerte von 30 Stunden/Jahr bzw. 30 Minuten/Tag durch die Vorbelastung überschritten. An diesen Immissionsorten ist kein weiterer Schattenwurf durch die Zusatzbelastung zulässig.

Die Beschattungsdauer der Vorbelastung überschreitet die Richtwerte in der Höhe, da in den Berechnungen die programmierten Schattenabschaltungen der umliegenden WEA nicht berücksichtigt wurden.

Das Hauptergebnis der Vorbelastung ist im Folgenden dargestellt:

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 13:53/4.1.254

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Vorbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

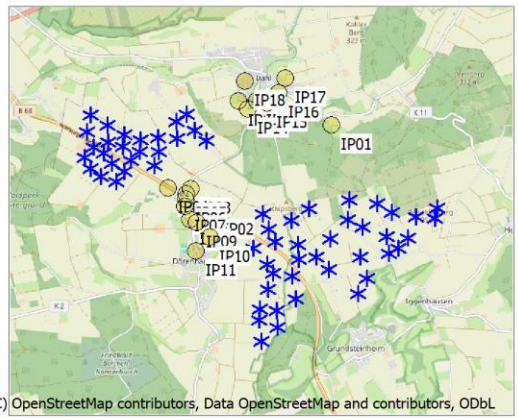
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)
Rasterauflösung: 1,0 m
Topograpischer Schatten berücksichtigt

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Maßstab 1:100.000
Existierende WEA
Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotordurchmesser	NH	Schattendaten Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	489.988	5.723.160	329,7	Enercon E-138 EP3...	Nein	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
2	490.366	5.724.314	329,5	Enercon E-115_14...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
3	491.745	5.725.016	339,2	Enercon E-115_14...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
4	491.901	5.724.454	354,9	Enercon E-138 EP3...	Nein	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
5	492.755	5.724.762	352,9	Nordex N-133/4.8...	Ja	NORDEX	N133/4.8-4.800	4.800	133,0	164,0	1.719	12,2
6	490.683	5.724.101	329,5	Enercon E-138 EP3...	Ja	ENERCON	E-138 EP3 E3-4.260	4.260	138,3	160,0	1.686	11,1
7	491.560	5.723.732	353,4	Nordex N163 6.X_...	Ja	NORDEX	N163/6.X-7.000	7.000	163,0	164,0	1.784	10,7
8	491.227	5.724.744	332,5	Enercon E-138 EP3...	Nein	ENERCON	E-138 EP3 E2-4.200	4.200	138,3	160,0	1.679	11,1
9	492.789	5.724.948	354,0	Enercon E-175 EP5...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
10	489.700	5.723.196	313,7	Enercon E-82 E2_1...	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
11	490.327	5.723.378	319,5	Enercon E-115_14...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
12	489.757	5.724.846	314,1	Enercon E-160 EP ...	Nein	ENERCON	E-160 EP5 E3-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6
13	489.973	5.724.360	316,9	Enercon E-101_14...	Nein	ENERCON	E-101-3.050	3.050	101,0	149,0	2.213	14,5
14	490.246	5.724.719	329,2	Enercon E-92_138,...	Nein	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
15	491.411	5.723.451	344,1	Nordex N149 5.X_...	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	164,0	1.805	10,7
16	492.109	5.724.247	360,4	Nordex N-117/3,6...	Ja	NORDEX	N117/3600-3.600	3.600	116,8	134,0	1.486	12,6
17	489.827	5.723.972	320,6	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
18	491.936	5.724.153	360,9	Enercon E-92_138,...	Nein	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
19	490.901	5.723.869	328,3	Enercon E 92_138,...	Nein	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
20	489.595	5.724.255	298,8	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
21	489.854	5.724.585	318,6	Enercon E-82 E2_1...	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
22	491.496	5.724.618	346,5	Enercon E-115_14...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
23	490.004	5.722.877	332,4	Enercon E-115 EP3...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
24	490.256	5.723.763	328,7	Enercon E 92_138,...	Nein	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
25	489.685	5.722.998	318,1	NEG MICON NM 6...	Nein	NEG MICON	NM64C/1500-1.500/400	1.500	64,0	68,0	2.500	17,3
26	489.840	5.723.525	320,8	ENERCON E-175 E...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
27	489.937	5.723.815	326,7	Enercon E-82 E2_1...	Ja	ENERCON	E-82 E2 TES-2.300	2.300	82,0	138,4	1.599	18,0
28	490.915	5.724.416	322,4	Enercon E 92_138,...	Nein	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
29	491.260	5.725.072	326,0	Enercon E 92_138,...	Nein	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
30	491.442	5.724.098	350,7	Enercon E-115_14...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
31	492.269	5.724.419	361,8	Enercon E 115_14...	Nein	ENERCON	E-115-3.000	3.000	115,7	149,1	2.066	12,4
32	490.369	5.724.047	330,9	Nordex N131_120,0	Ja	NORDEX	N131/3000-3.000	3.000	131,0	120,0	1.723	10,3
33	490.552	5.724.933	312,8	Enercon E-115_14...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
34	491.999	5.724.865	345,7	Enercon E-115_14...	Nein	ENERCON	E-115 EP3 E3-2.990	2.990	115,7	149,0	1.618	13,2
35	492.415	5.724.796	355,0	Enercon E-175 EP5...	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
36	487.933	5.726.171	266,4	V80-2.0 MW-59.9	Nein	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	1.583	16,7
37	486.702	5.726.268	247,7	N62/1300-69.0	Nein	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
38	486.805	5.726.011	253,7	TW 600-50.0	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

				WEA-Typ							**Schattendaten**	
	Ost	Nord	Z	Beschreibung	Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotordurchmesser	NH	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
39	486.983	5.725.905	258,3	TW 600-50.0	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
40	488.577	5.726.307	266,1	E-101 / 3.050 kW-...	Nein	ENERCON	E-101-3.050	3.050	101,0	149,0	2.213	14,5
41	488.780	5.726.129	274,7	E-101 / 3.050 kW-...	Nein	ENERCON	E-101-3.050	3.050	101,0	135,4	2.214	14,5
42	486.668	5.725.839	252,9	GE-1.5s-64.7	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	61,7	2.500	18,0
43	486.758	5.726.563	240,2	N62/1300-69.0	Nein	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
44	488.254	5.726.445	261,9	E-70 E4 / 2.300 k...	Nein	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	20,0
45	486.758	5.725.649	254,7	TW 600-60.0	Nein	TACKE	TW 600-600/200	600	43,0	50,0	2.500	27,0
46	487.053	5.726.394	248,9	N62/1300-69.0	Nein	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
47	487.063	5.726.087	255,8	N62/1300-69.0	Nein	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
48	487.347	5.726.225	256,5	N62/1300-69.0	Nein	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
49	487.951	5.725.924	274,1	V80-2.0 MW-59.9	Nein	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	1.583	16,7
50	488.272	5.726.162	271,0	E-70 E4 / 2.000 k...	Nein	ENERCON	E-70 E4 2,3 MW-2.300	2.300	71,0	64,0	1.644	20,0
51	488.435	5.726.571	256,6	E-92 / 2.350 kW-1...	Nein	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.350	2.350	92,0	138,4	1.513	17,0
52	487.204	5.725.400	265,4	NM72C-1500-64.0	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1.500/400	1.500	72,0	64,0	2.500	17,3
53	486.940	5.725.502	262,2	NM72C-1500-64.0	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1.500/400	1.500	72,0	64,0	2.500	17,3
54	487.314	5.726.022	260,6	E-53 / 800 kW-73.3	Nein	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
55	487.347	5.725.580	270,4	NM72C-1500-64.0	Nein	NEG MICON	NM72C/1500-1.500/400	1.500	72,0	64,0	2.500	17,3
56	487.621	5.726.136	262,1	V80-2.0 MW-60.0	Nein	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	1.583	16,7
57	487.121	5.725.729	262,9	E-48 / 800kW-75.6	Nein	ENERCON	E-48-800	800	48,0	75,6	1.047	30,0
58	487.455	5.725.778	270,5	M1500-600-46.0	Nein	MICON	M1500-600/150	600	43,0	46,0	2.500	27,0
59	487.614	5.725.923	268,2	E-53 / 800 kW-73.3	Nein	ENERCON	E-53-800	800	53,0	73,3	996	29,0
60	487.872	5.725.691	274,5	V80-2.0 MW-60.0	Nein	VESTAS	V80-2.0MW-2.000	2.000	80,0	60,0	1.583	16,7
61	489.717	5.722.629	321,6	Enercon E-160 EP5...	Ja	ENERCON	E-160 EP5 E3 R1-5.560	5.560	160,0	166,6	1.781	9,6

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	490.952	5.726.380	241,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.889	5.724.905	284,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	488.502	5.725.283	275,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	488.106	5.725.298	263,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	488.430	5.725.186	273,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	488.422	5.725.107	271,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	488.407	5.724.972	266,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	488.489	5.724.744	257,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	488.608	5.724.688	256,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	488.834	5.724.446	271,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	488.599	5.724.194	275,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.331	5.726.796	245,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.657	5.726.811	250,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.499	5.726.668	257,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.834	5.726.760	254,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	490.037	5.726.934	219,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	490.153	5.727.197	239,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.450	5.727.137	221,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	10:39	51	0:17
B	IP02	116:26	244	0:58
C	IP03	58:43	212	0:28
D	IP04	25:00	116	0:22
E	IP05	37:32	150	0:28
F	IP06	37:21	150	0:29
G	IP07	38:26	148	0:29
H	IP08	53:36	162	0:41

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
I	IP09	83:05	237	0:44
J	IP10	153:28	282	1:08
K	IP11	96:02	271	0:46
L	IP12	48:04	142	0:35
M	IP13	22:47	95	0:22
N	IP14	31:37	104	0:27
O	IP15	16:06	73	0:19
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	7:44	43	0:14
R	IP18	37:07	133	0:24

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	Enercon E-138 EP3 E2_160	0:00
2	Enercon E-115_149,08	9:40
3	Enercon E-115_149,08	8:49
4	Enercon E-138 EP3 E2_160	0:00
5	Nordex N-133/4.8_164	0:00
6	Enercon E-138 EP3 E3_160	0:00
7	Nordex N163 6.X_164	0:00
8	Enercon E-138 EP3 E2_160	0:00
9	Enercon E-175 EP5_162	0:00
10	Enercon E-82 E2_138,38	7:27
11	Enercon E-115_149,08	0:00
12	Enercon E-160 EP 5 E3_166,6	146:17
13	Enercon E-101_149,00	35:17
14	Enercon E-92_138,38	8:11
15	Nordex N149 5.X_164	0:00
16	Nordex N-117/3,6_134	0:00
17	ENERCON E-175 EP5 (WEA 02)_162,00	75:12
18	Enercon E-92_138,38	0:00
19	Enercon E 92_138,38	0:00
20	ENERCON E-175 EP5_162,00	168:53
21	Enercon E-82 E2_138,38	32:54
22	Enercon E-115_149,08	0:00
23	Enercon E-115 EP3 E3_148,98	0:00
24	Enercon E 92_138,38	0:00
25	NEG MICON NM 64c_68	3:19
26	ENERCON E-175 EP5 (WEA 03)_162,00	52:29
27	Enercon E-82 E2_138,38	15:01
28	Enercon E 92_138,38	0:00
29	Enercon E 92_138,38	0:00
30	Enercon E-115_149,08	0:00
31	Enercon E 115_149,08	0:00
32	Nordex N131_120,0	12:07
33	Enercon E-115_149,08	0:00
34	Enercon E-115_149,08	0:00
35	Enercon E-175 EP5_162	0:00
36	V80-2.0 MW-59.9	1:13
37	N62/1300-69.0	0:00
38	TW 600-50.0	0:00
39	TW 600-50.0	0:00
40	E-101 / 3.050 kW-149.0	40:58
41	E-101 / 3.050 kW-135.4	63:46
42	GE-1.5s-64.7	0:04
43	N62/1300-69.0	0:00
44	E-70 E4 / 2.300 kW-64.0	8:02
45	TW 600-60.0	0:00
46	N62/1300-69.0	0:00
47	N62/1300-69.0	0:00
48	N62/1300-69.0	0:00
49	V80-2.0 MW-59.9	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Vorbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

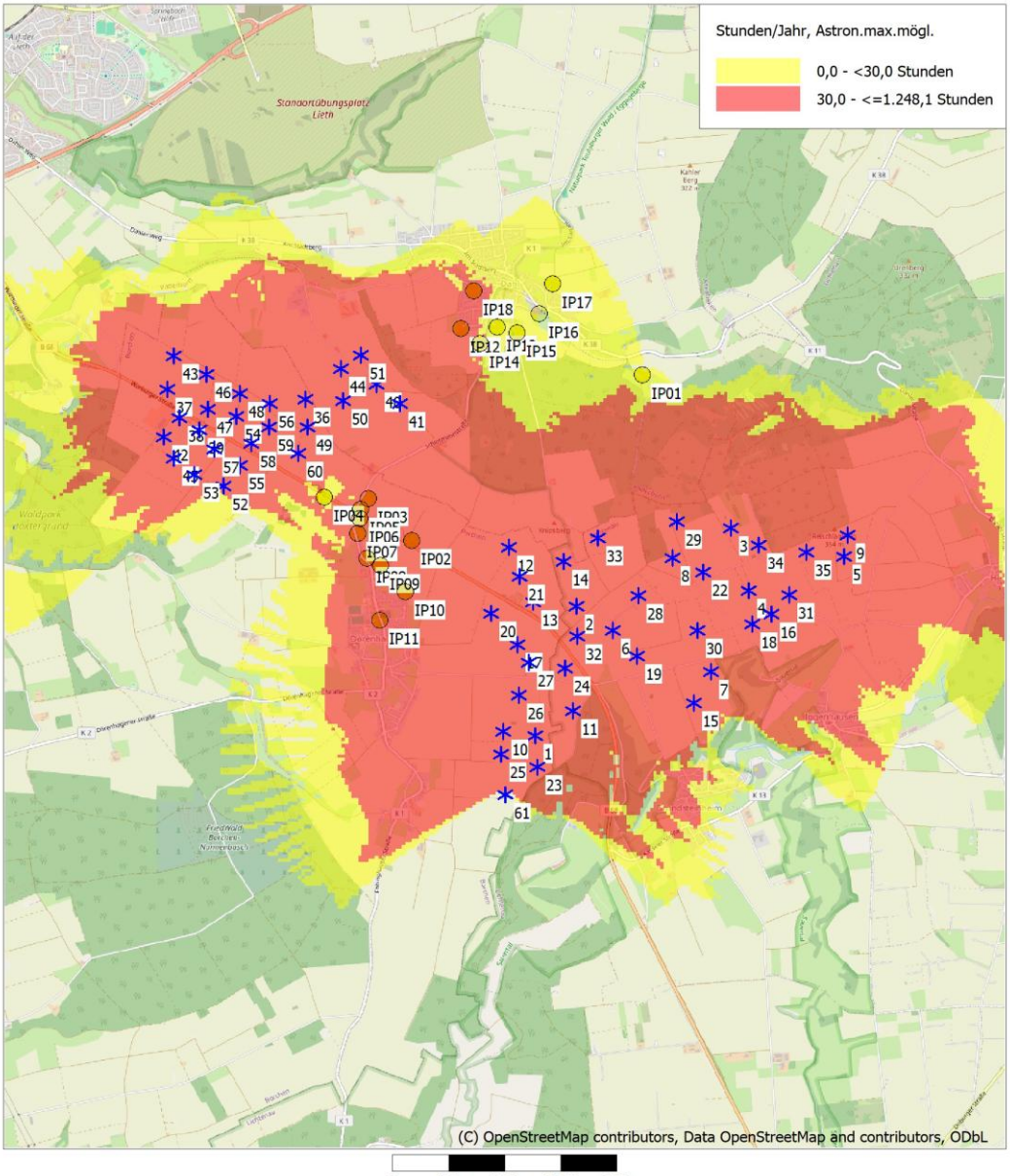
Nr.	Name	Maximal [h/a]
50	E-70 E4 / 2.000 kW-64.0	9:14
51	E-92 / 2.350 kW-138.4	27:24
52	NM72C-1500-64.0	9:06
53	NM72C-1500-64.0	2:05
54	E-53 / 800 kW-73.3	0:00
55	NM72C-1500-64.0	17:42
56	V80-2.0 MW-60.0	0:00
57	E-48 / 800kW-75.6	0:00
58	M1500-600-46.0	0:20
59	E-53 / 800 kW-73.3	0:00
60	V80-2.0 MW-60.0	16:47
61	Enercon E-160 EP5 E3 R1_166,6	0:00

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

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 13:53/4.1.254

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Vorbelastung



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:50.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 489.720 Nord: 5.724.600

Existierende WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)

Zusatzbelastung

Als Zusatzbelastung werden die antragsgegenständlichen Windenergieanlagen betrachtet. Eine Übersicht über die Berechnungsergebnisse aus WindPro gibt die folgende Tabelle. Darin ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr (h/a) sowie die maximal mögliche Schattendauer pro Tag (h/a) der Zusatzbelastung dargestellt. Erzeugen die WEA grundsätzlich Schattenwurf an einem Immissionspunkt, sind die Zellen blau markiert.

	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
Immissionspunkt	**[Std/Jahr]**	**[Std/Tag]**
IP01	93:24:00	01:05
IP02	84:13:00	00:57
IP03	86:29:00	00:48
IP04	38:37:00	00:33
IP05	58:21:00	00:38
IP06	38:47:00	00:34
IP07	35:29:00	00:34
IP08	50:37:00	00:35
IP09	28:53:00	00:28
IP10	19:20:00	00:28
IP11	7:42:00	00:18
IP12	29:34:00	00:29
IP13	28:11:00	01:05
IP14	69:21:00	01:23
IP15	32:51:00	01:04
IP16	0:00:00	00:00
IP17	0:00:00	00:00
IP18	1:55:00	00:10

An 16 der betrachteten 18 Schattenrezeptoren tritt zusätzlicher Schattenwurf durch die Neuplanung auf. An 11 Immissionsorten würden die Richtwerte dabei durch die Neuplanung überschritten.

IP	WEA01		WEA02		WEA03		WEA04		WEA05	
	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]	[Std/Jahr]	[Std/Tag]
IP01	28:30:00	00:37	36:11:00	00:38	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	28:43:00	00:28
IP02	29:34:00	00:30	12:33:00	00:25	34:57:00	00:45	0:00:00	00:00	24:42:00	00:35
IP03	10:47:00	00:24	0:00:00	00:00	23:02:00	00:36	45:36:00	00:47	11:02:00	00:26
IP04	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	12:07:00	00:26	26:30:00	00:33	0:00:00	00:00
IP05	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	21:22:00	00:34	28:15:00	00:38	10:21:00	00:25
IP06	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	22:18:00	00:34	6:26:00	00:19	10:26:00	00:25
IP07	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	24:47:00	00:34	0:00:00	00:00	10:42:00	00:25
IP08	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	36:52:00	00:35	0:00:00	00:00	13:45:00	00:26
IP09	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	10:37:00	00:24	0:00:00	00:00	18:16:00	00:28
IP10	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	19:20:00	00:28
IP11	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	7:42:00	00:18
IP12	29:34:00	00:29	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00
IP13	14:15:00	00:27	7:57:00	00:19	0:00:00	00:00	5:59:00	00:19	0:00:00	00:00
IP14	35:03:00	00:34	23:42:00	00:26	0:00:00	00:00	16:35:00	00:32	0:00:00	00:00
IP15	9:06:00	00:22	1:23:00	00:09	0:00:00	00:00	22:22:00	00:33	0:00:00	00:00
IP16	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00
IP17	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00
IP18	1:55:00	00:10	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00	0:00:00	00:00

Im Folgenden sind die Berechnungsergebnisse aus WindPro einschließlich der Schattenwurfkarte für die Neuplanung dargestellt.

Projekt:
Knipsberg

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 13:45/4.1.254

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Zusatzbelastung

Annahmen für Schattenwurfberechnung

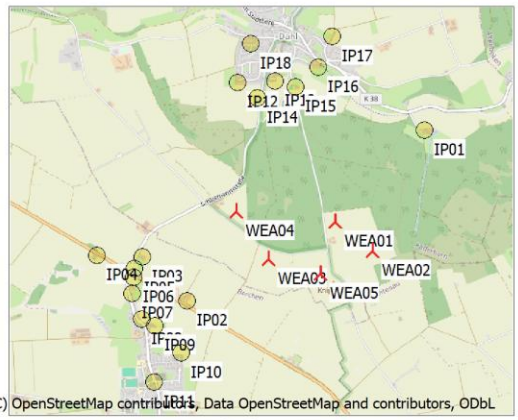
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)
Rasterauflösung: 1,0 m
Topograpischer Schatten berücksichtigt

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotordurch-messer	Schattendaten NH	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	490.176	5.725.589	314,9	WEA01	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
2	490.499	5.725.331	320,6	WEA02	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
3	489.596	5.725.262	308,8	WEA03	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
4	489.317	5.725.680	292,5	WEA04	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-
5	490.048	5.725.138	320,2	WEA05	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	490.952	5.726.380	241,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.889	5.724.905	284,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	488.502	5.725.283	275,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	488.106	5.725.298	263,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	488.430	5.725.186	273,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	488.422	5.725.107	271,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	488.407	5.724.972	266,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	488.489	5.724.744	257,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	488.608	5.724.688	256,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	488.834	5.724.446	271,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	488.599	5.724.194	275,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.331	5.726.796	245,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.657	5.726.811	250,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.499	5.726.668	257,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.834	5.726.760	254,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	490.037	5.726.934	219,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	490.153	5.727.197	239,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.450	5.727.137	221,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	IP01	93:24	118	1:05
B	IP02	84:13	123	0:57

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Zusatzbelastung

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
C	IP03	86:29	154	0:48
D	IP04	38:37	98	0:33
E	IP05	58:21	123	0:38
F	IP06	38:47	99	0:34
G	IP07	35:29	89	0:34
H	IP08	50:37	113	0:35
I	IP09	28:53	85	0:28
J	IP10	19:20	50	0:28
K	IP11	7:42	32	0:18
L	IP12	29:34	68	0:29
M	IP13	28:11	40	1:05
N	IP14	69:21	70	1:23
O	IP15	32:51	50	1:04
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	1:55	15	0:10

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

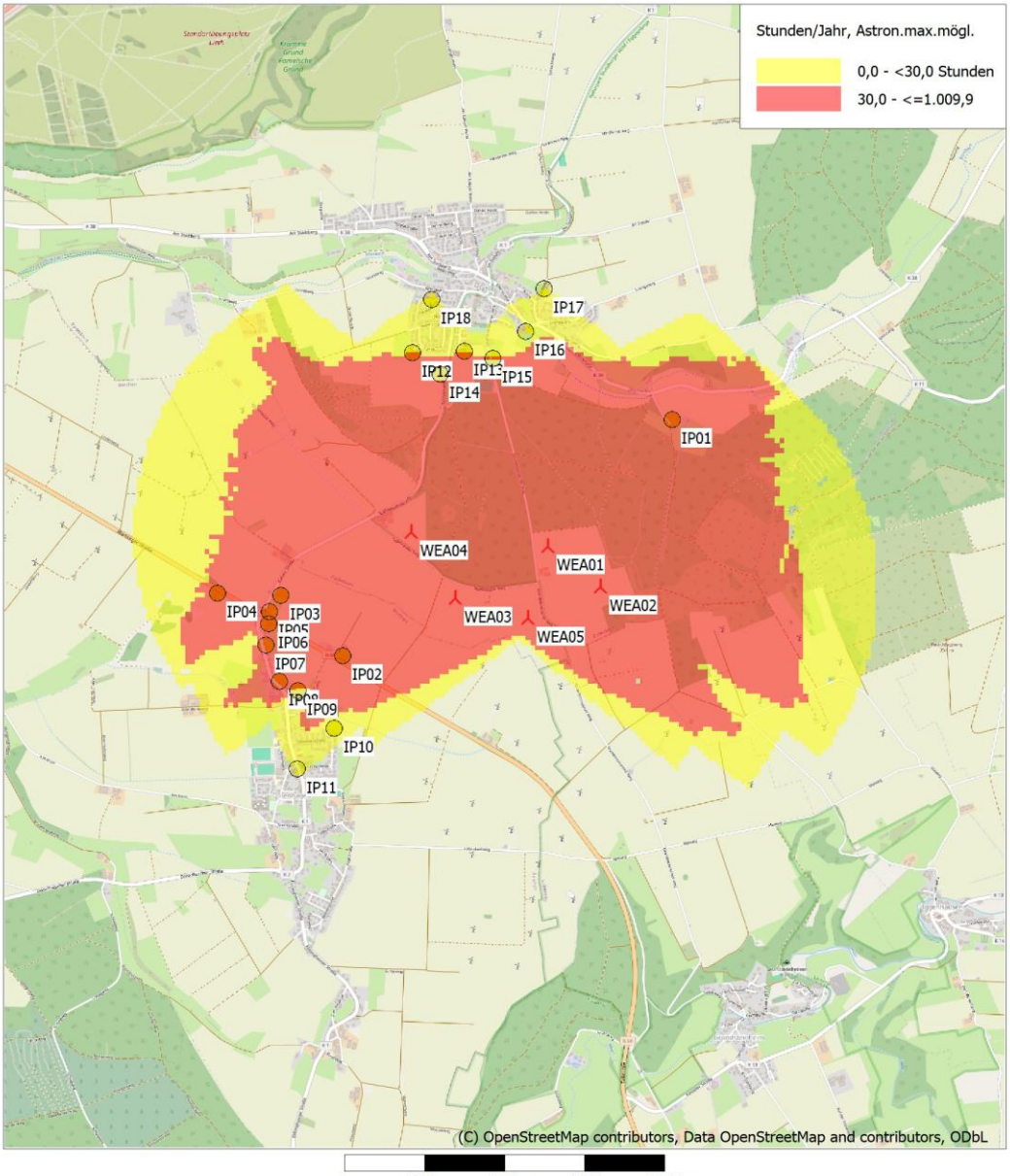
Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA01	139:25
2	WEA02	81:46
3	WEA03	118:14
4	WEA04	124:02
5	WEA05	127:24

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

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 13:45/4.1.254

SHADOW - Karte

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg Zusatzbelastung



0 500 1000 1500 2000 m

Karte: EMD OpenStreetMap , Maßstab 1:35.000, Mitte: UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Ost: 489.900 Nord: 5.725.410

Neue WEA Schattenrezeptor

Höhe der Schattenkarte: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)

Projekt:
Knipsberg

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 14:03/4.1.254

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA01

Annahmen für Schattenwurfberechnung

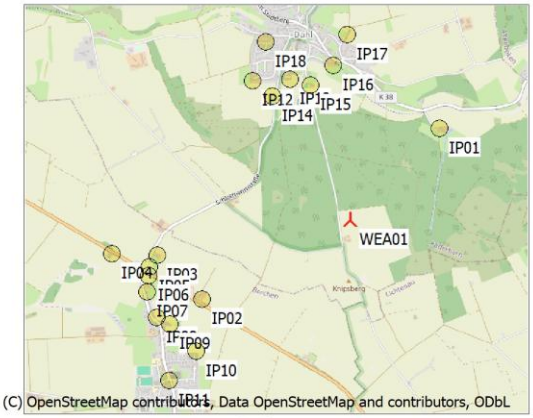
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)
Rasterauflösung: 1,0 m
Topograpischer Schatten berücksichtigt

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotordurch-messer	NH	Schattendaten Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	490.176	5.725.589	314,9	WEA01	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	490.952	5.726.380	241,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.889	5.724.905	284,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	488.502	5.725.283	275,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	488.106	5.725.298	263,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	488.430	5.725.186	273,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	488.422	5.725.107	271,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	488.407	5.724.972	266,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	488.489	5.724.744	257,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	488.608	5.724.688	256,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	488.834	5.724.446	271,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	488.599	5.724.194	275,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.331	5.726.796	245,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.657	5.726.811	250,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.499	5.726.668	257,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.834	5.726.760	254,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	490.037	5.726.934	219,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	490.153	5.727.197	239,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.450	5.727.137	221,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	28:30	60	0:37
B	IP02	29:34	68	0:30
C	IP03	10:47	34	0:24
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA01

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	0:00
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
L	IP12	29:34	68	0:29
M	IP13	14:15	40	0:27
N	IP14	35:03	70	0:34
O	IP15	9:06	30	0:22
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	1:55	15	0:10

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA01	139:25

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

Projekt:
Knipsberg

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 14:03/4.1.254

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA02

Annahmen für Schattenwurfberechnung

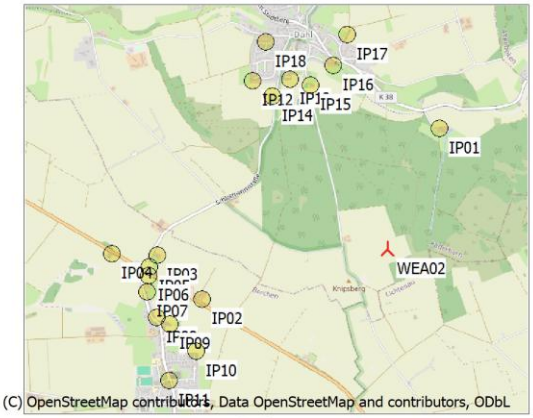
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)
Rasterauflösung: 1,0 m
Topograpischer Schatten berücksichtigt

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotordurch- messer	NH	Schattendaten Beschatt.- Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	490.499	5.725.331	320,6	WEA02	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	490.952	5.726.380	241,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.889	5.724.905	284,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	488.502	5.725.283	275,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	488.106	5.725.298	263,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	488.430	5.725.186	273,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	488.422	5.725.107	271,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	488.407	5.724.972	266,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	488.489	5.724.744	257,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	488.608	5.724.688	256,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	488.834	5.724.446	271,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	488.599	5.724.194	275,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.331	5.726.796	245,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.657	5.726.811	250,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.499	5.726.668	257,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.834	5.726.760	254,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	490.037	5.726.934	219,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	490.153	5.727.197	239,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.450	5.727.137	221,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	36:11	66	0:38
B	IP02	12:33	38	0:25
C	IP03	0:00	0	0:00
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	0:00	0	0:00
F	IP06	0:00	0	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA02

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	0:00
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
L	IP12	0:00	0	0:00
M	IP13	7:57	32	0:19
N	IP14	23:42	62	0:26
O	IP15	1:23	12	0:09
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA02	81:46

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

Projekt:
Knipsberg

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 14:04/4.1.254

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA03

Annahmen für Schattenwurfberechnung

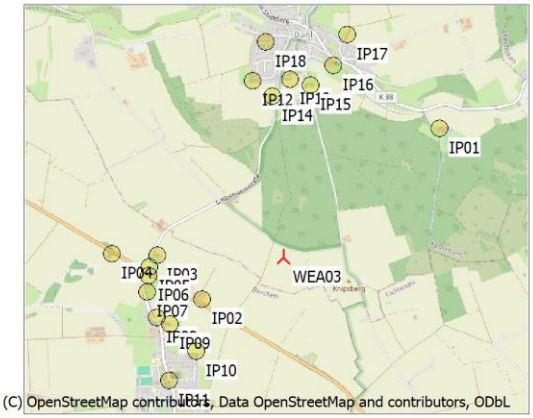
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)
Rasterauflösung: 1,0 m
Topograpischer Schatten berücksichtigt

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotordurch-messer	NH	Schattendaten Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	489.596	5.725.262	308,8	WEA03	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	490.952	5.726.380	241,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.889	5.724.905	284,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	488.502	5.725.283	275,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	488.106	5.725.298	263,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	488.430	5.725.186	273,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	488.422	5.725.107	271,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	488.407	5.724.972	266,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	488.489	5.724.744	257,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	488.608	5.724.688	256,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	488.834	5.724.446	271,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	488.599	5.724.194	275,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.331	5.726.796	245,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.657	5.726.811	250,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.499	5.726.668	257,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.834	5.726.760	254,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	490.037	5.726.934	219,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	490.153	5.727.197	239,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.450	5.727.137	221,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	0:00	0	0:00
B	IP02	34:57	57	0:45
C	IP03	23:02	48	0:36
D	IP04	12:07	35	0:26
E	IP05	21:22	48	0:34
F	IP06	22:18	50	0:34

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA03

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
G	IP07	24:47	57	0:34
H	IP08	36:52	72	0:35
I	IP09	10:37	34	0:24
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
L	IP12	0:00	0	0:00
M	IP13	0:00	0	0:00
N	IP14	0:00	0	0:00
O	IP15	0:00	0	0:00
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA03	118:14

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

Projekt:
Knipsberg

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 14:04/4.1.254

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA04

Annahmen für Schattenwurfberechnung

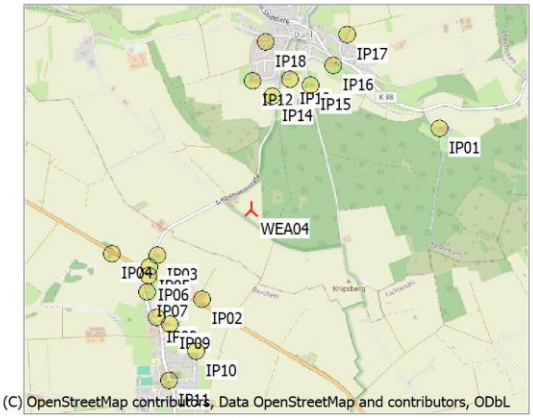
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)
Rasterauflösung: 1,0 m
Topograpischer Schatten berücksichtigt

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotordurch-messer	NH	Schattendaten Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	489.317	5.725.680	292,5	WEA04	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	490.952	5.726.380	241,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.889	5.724.905	284,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	488.502	5.725.283	275,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	488.106	5.725.298	263,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	488.430	5.725.186	273,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	488.422	5.725.107	271,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	488.407	5.724.972	266,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	488.489	5.724.744	257,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	488.608	5.724.688	256,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	488.834	5.724.446	271,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	488.599	5.724.194	275,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.331	5.726.796	245,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.657	5.726.811	250,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.499	5.726.668	257,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.834	5.726.760	254,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	490.037	5.726.934	219,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	490.153	5.727.197	239,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.450	5.727.137	221,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	0:00	0	0:00
B	IP02	0:00	0	0:00
C	IP03	45:36	71	0:47
D	IP04	26:30	63	0:33
E	IP05	28:15	55	0:38
F	IP06	6:26	25	0:19

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA04

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
G	IP07	0:00	0	0:00
H	IP08	0:00	0	0:00
I	IP09	0:00	0	0:00
J	IP10	0:00	0	0:00
K	IP11	0:00	0	0:00
L	IP12	0:00	0	0:00
M	IP13	5:59	24	0:19
N	IP14	16:35	39	0:32
O	IP15	22:22	50	0:33
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA04	124:02

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

Projekt:
Knipsberg

Lizenzierter Anwender:
Lackmann Phymetric GmbH
Vattmannstraße 6
DE-33100 Paderborn
+49 05251-68 25 80
Tido Hagen / tido.hagen@hellwegwind.de
Berechnet:
10.07.2025 14:05/4.1.254

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA05

Annahmen für Schattenwurfberechnung

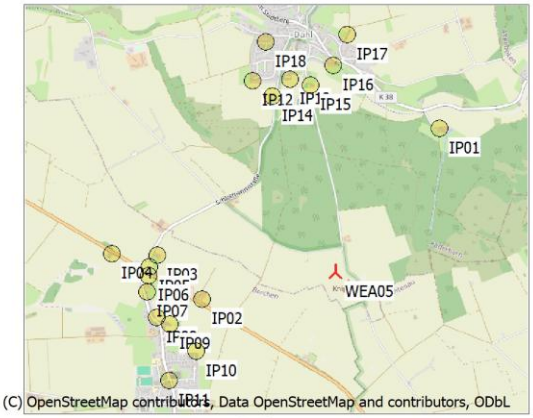
Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont	3 °
Tage zwischen Berechnungen	1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung	1 Minuten

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallsrichtung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
DHM: Höhenraster-Objekt: Knipsberg_03042023_EMDGrid_0.wpg (9)
Rasterauflösung: 1,0 m
Topograpischer Schatten berücksichtigt

Alle Koordinatenangaben in:
UTM (north)-WGS84 Zone: 32



Maßstab 1:50.000
Neue WEA
Schattenrezeptor

WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nenn- leistung	Rotordurch-messer	NH	Schattendaten Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1	490.048	5.725.138	320,2	WEA05	Ja	ENERCON	E-175 EP5-6.000	6.000	175,0	162,0	1.737	-

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	IP01	490.952	5.726.380	241,4	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
B	IP02	488.889	5.724.905	284,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
C	IP03	488.502	5.725.283	275,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
D	IP04	488.106	5.725.298	263,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	IP05	488.430	5.725.186	273,7	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	IP06	488.422	5.725.107	271,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	IP07	488.407	5.724.972	266,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	IP08	488.489	5.724.744	257,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	IP09	488.608	5.724.688	256,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	IP10	488.834	5.724.446	271,2	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
K	IP11	488.599	5.724.194	275,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
L	IP12	489.331	5.726.796	245,3	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
M	IP13	489.657	5.726.811	250,5	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
N	IP14	489.499	5.726.668	257,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
O	IP15	489.834	5.726.760	254,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
P	IP16	490.037	5.726.934	219,9	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
Q	IP17	490.153	5.727.197	239,1	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
R	IP18	489.450	5.727.137	221,6	0,1	0,1	2,0	0,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
A	IP01	28:43	70	0:28
B	IP02	24:42	55	0:35
C	IP03	11:02	33	0:26
D	IP04	0:00	0	0:00
E	IP05	10:21	32	0:25
F	IP06	10:26	32	0:25

(Fortsetzung nächste Seite)...

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Prüfbericht Knipsberg WEA05

...(Fortsetzung von vorheriger Seite)

		astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
G	IP07	10:42	34	0:25
H	IP08	13:45	41	0:26
I	IP09	18:16	51	0:28
J	IP10	19:20	50	0:28
K	IP11	7:42	32	0:18
L	IP12	0:00	0	0:00
M	IP13	0:00	0	0:00
N	IP14	0:00	0	0:00
O	IP15	0:00	0	0:00
P	IP16	0:00	0	0:00
Q	IP17	0:00	0	0:00
R	IP18	0:00	0	0:00

Gesamtdauer Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
1	WEA05	127:24

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

Gesamtbelastung

Die Ergebnisse der Gesamtbelastung unter Berücksichtigung der Vor- und Zusatzbelastung sind im Folgenden dargestellt. Eine Übersicht über die Berechnungsergebnisse aus WindPro gibt die folgende Tabelle. Darin ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer in Stunden pro Jahr und die maximal mögliche Schattendauer pro Tag dargestellt. Wird ein Richtwert (30 Stunden pro Jahr oder 30 Minuten pro Tag) an dem Immissionspunkt überschritten, sind die Zellen orange markiert.

	Astronom. Max. mögliche Beschattungsdauer	
Immissionspunkt	**[Std/Jahr]**	**[Std/Tag]**
IP01	104:03:00	01:21
IP02	200:39:00	00:59
IP03	145:12:00	01:12
IP04	63:37:00	00:53
IP05	95:53:00	00:41
IP06	76:08:00	00:42
IP07	73:55:00	00:41
IP08	104:13:00	00:41
IP09	111:58:00	00:49
IP10	171:15:00	01:08
IP11	102:30:00	00:46
IP12	77:38:00	00:49
IP13	50:58:00	01:05
IP14	100:58:00	01:23
IP15	48:57:00	01:04
IP16	0:00:00	00:00
IP17	7:44:00	00:14
IP18	39:02:00	00:30

An 16 der insgesamt 18 betrachteten Immissionspunkte werden die Richtwerte überschritten. Die hohen Werte der Beschattungsdauer in den Berechnungen der Vor- und Gesamtbelastung kommen dadurch zustande, dass die Schattenabschaltungen der WEA in den Berechnungen nicht berücksichtigt werden.

Das Hauptergebnis mit der dazugehörigen Karte ist im Folgenden dargestellt.

Abschlussbetrachtung

Die Anlagen der Zusatzbelastung führen an 16 der insgesamt 18 untersuchten Immissionsorten zu zusätzlichem Schattenwurf. Dabei tragen alle WEA zu Richtwertüberschreitungen bei. An 11 Immissionsorten ist der zulässige Richtwert von 30 Stunden pro Jahr bereits durch die Vorbelastung überschritten. An diesen Punkten ist kein weiterer Schattenwurf durch die Zusatzbelastung zulässig.

In den Ortschaften Dahl und Dörenhagen kommt es neben den exemplarisch betrachteten Immissionspunkten auch an weiteren Gebäuden zu Überschreitungen. Diese sind in die Programmierung der Abschalteinrichtung aufzunehmen.

Als Ergebnis der Schattenwurfprognose ist festzuhalten, dass alle beantragten WEA mit einem Schattenwurfabschaltmodul auszustatten sind, um Richtwertüberschreitungen an umliegenden Immissionsorten zu vermeiden.

Die Richtwerte von 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag werden an allen Immissionspunkten im Einwirkbereich der Neuplanung eingehalten.

Literaturverzeichnis

[1] BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)

[2] Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)
Länderausschuss für Immissionsschutz, Arbeitskreis Lichtimmissionen
2002

[3] windPRO Wiki, EMD International A/S,
http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=Handbuch_SHADOW,
Letzter Zugriff am 11.12.2019

Anhang

Kalender pro IP	**1**
Grafischer Kalender pro IP	**28**
Kalender pro WEA	**31**
Grafischer Kalender pro WEA	**41**