

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

# **Schattenwurfprognose**

## **für den Windpark Denklingen/Fuchstal**

**Regierung von Oberbayern**  
**Maximilianstraße 39**  
**80538 München**

Antragsteller:

Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.,

vertreten durch:

Frau Viktoria Horber  
1. Bürgermeisterin  
Gemeinde Denklingen  
Hauptstraße 23  
86920 Denklingen

Herr Erwin Karg  
1. Bürgermeister  
Gemeinde Fuchstal  
Bahnhofstraße 1  
86925 Fuchstal

Bericht und Berechnungen verfasst von:

Ingenieurbüro Sing  
Erneuerbare Energien  
Dipl.-Ing., MBA a. Eng. Robert Sing  
Hindenburgring 82  
86899 Landsberg am Lech

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Allgemeine Angaben.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Verwendete Eingabedaten: .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Ergebnis.....</b>	<b>13</b>
3.1 Schattenwurfprognose.....	13
3.2 Einfluss des geplanten Windparks auf die Schattenwurfbelastung der benachbarten Immissionsorte im näheren Umfeld der Bestandsanlagen.....	19

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

## 1 ALLGEMEINE ANGABEN

Diese hier vorliegende Schattenwurfprognose wurde vom Ingenieurbüro Sing erstellt, um die einwirkenden Immissionen aus Schlagschatten auf die benachbarten bewohnten Gebäude durch die geplanten Windenergieanlagen (WEA) zu ermitteln. Für die Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse der Schattenwurfprognose werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach den WEA-Schattenwurf-Hinweisen<sup>1</sup>.

Die Auftragspositionen umfassen folgende Ergebnisse:

- Analyse der umliegenden bewohnten Flächen und Festlegung der Immissionsorte
- Theoretische Annahme über die Orientierung und die Ausmaße von vorhandenen Gebäuden und Fenstern
- Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer an den Immissionsorten
- Darstellung der Ergebnisse in Form von farbigen Kartenwerken mit Iso-Zeitlinien (Linien gleicher Schattenwurfdauer)
- Ausgabe einer zusammenfassenden Tabelle der Immissionsorte mit Vergleich zu den zulässigen Beschattungszeiträumen

Die nachfolgenden Berechnungen wurden unter Verwendung des Programms „WindPRO Umwelt - SHADOW“ erstellt.

Je nach Standort einer WEA kann vom Schattenwurf des sich drehenden Rotors eine unerwünschte Beeinträchtigung für Menschen ausgehen. Der periodisch auftretende Schatten verursacht je nach Drehzahl und Anzahl der Blätter hinter der Windenergieanlage starke Lichtwechsel mit einer Frequenz zwischen ca. 0,5 und 3 Hz (Lichtwechsel/Sekunde), die auf den Menschen störend wirken können, bei längerer Dauer unerträglich sind und gesundheitsschädigend sein können. Deshalb gehört zu jeder professionellen WEA Planung in der Nähe von Wohn- oder Arbeitsstätten eine Untersuchung des periodischen Schattenwurfs.

Das Modul SHADOW ermöglicht die Berechnung und Dokumentation dieses periodischen Schattenwurfs. Ist eine Beeinträchtigung durch den Schattenwurf nicht zu vermeiden, ist es hilfreich, den möglichen Schattenwurf auf die betroffenen Objekte zeitlich (Datum/Uhrzeit/Dauer) im Voraus genau zu kennen, um z.B. eine Abschaltautomatik zu programmieren.

Neben der von den Behörden verlangten Berechnung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer, bei der angenommen wird, dass die Sonne immer scheint, die WEA sich ständig dreht und immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung steht, besteht auch die Möglichkeit, statistische Informationen zu Sonnenscheindauer, Windrichtungsverteilung und Still-

---

<sup>1</sup> Staatliches Umweltamt Schleswig: Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), 13.03.2002

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

standszeiten in die Berechnung einfließen zu lassen und so auch realitätsnahe Werte über den tatsächlich zu erwartenden Schattenwurf zu ermitteln (meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer).

Die Ergebnisse werden zum einen flächenhaft in Form einer Karte mit Iso-Zeitlinien (Linien gleicher Schattenwurfdauer) und zum anderen auf spezielle Immissionsorte bezogen ausgegeben. Ferner wird ein digitales Geländemodell (DGM) bei allen Berechnungen berücksichtigt.

Bei der Berechnung für Immissionsorte werden an den zu untersuchenden Punkten auf einer Karte virtuelle Schatten-Rezeptoren platziert, die beliebige Flächen, wie z.B. Fenster (auch Dachfenster), Terrassen, Balkone usw. repräsentieren können. An den Schatten-Rezeptoren berechnet SHADOW die Gesamtdauer des Schattenwurfs (Tage und Stunden pro Jahr, maximale Minuten pro Tag) sowie die Zeitpunkte des Schattenwurfs im Tages- und Jahresverlauf (Datum, Uhrzeit, Dauer).

Der zu prüfende Bereich ergibt sich aus dem Abstand zur WEA, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20 % durch ein Rotorblatt verdeckt wird. Da die Blattiefe nicht über den gesamten Flügel konstant ist, sondern zur Rotorblattspitze hin abnimmt, ist ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blattiefe zu ermitteln und zugrunde zu legen:

Mittlere Blattiefe  $e = 0,5 \times (\text{max. Blattiefe} + \text{min. Blattiefe}_{0,9 \times \text{Rotorradius}})$

Ausgehend von der Simulation des Verlaufs der Sonne in 2 Minuten-Schritte berechnet das Programm den Gang des Schattens jedes WEA-Rotors über ein Kalenderjahr. Der ermittelte Schattengang wird daraufhin untersucht, ob und wann einer der definierten Schatten-Rezeptoren innerhalb eines Rotorschattens liegt. Wenn ja, speichert WindPRO die betroffenen Rezeptoren, Daten und Zeitpunkte des Schattenwurfs und berechnet daraus die Zeitdauer pro Tag und aller WEA im Jahr. Als Ergebnis kann dadurch die Gesamtdauer des Schattenwurfs (Tage und Stunden pro Jahr, maximale Minuten pro Tag) sowie die Zeitpunkte des Schattenwurfs im Tages- und Jahresverlauf (Datum, Uhrzeit, Dauer) angegeben werden.

Das Modell berechnet die maximal möglichen Abschattungszeiten (worst-case Szenario) unter folgenden Voraussetzungen

- Die Sonne scheint an allen Tagen des Jahres und wird nicht durch Wolken verdeckt
- Die Sonne stellt eine punktförmige Quelle dar
- Die Rotorfläche steht senkrecht zum Einfallswinkel der direkten Sonneneinstrahlung
- Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne
- Die WEA ist immer in Betrieb (100% Verfügbarkeit)
- Abstände zwischen Rotor- und Turmachse und die Lichtbrechung der Atmosphäre werden nicht berücksichtigt
- Der Schattenwurf wird erst ab einer Höhe von 3° berechnet, da aufgrund atmosphärischer Diffusion, geringer Strahlung, Bewuchs etc. unter 3°

Die Berechnungen beruhen auf folgenden Eingabedaten und Zusammenhängen:

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

- WEA-Platzierung (X,Y,Z-Koordinaten)
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser der WEA
- Position des Schatten-Rezeptors (X,Y,Z-Koordinaten) sowie Größe, Himmelsrichtung, Neigung und Aufpunkthöhe
- Geographische Koordinaten des Standorts sowie die Zeitzone und die Zeitverschiebung durch die Sommerzeit
- Das mathematische Modell zur Berechnung des genauen Sonnenverlaufs unter Berücksichtigung von Erdachsenneigung, Erdrotation und elliptischer Erdbahn um die Sonne
- Daten über die mittlere Rotorblatttiefe der WEA, die über die Reichweite des Schattenwurfs einer WEA entscheidet

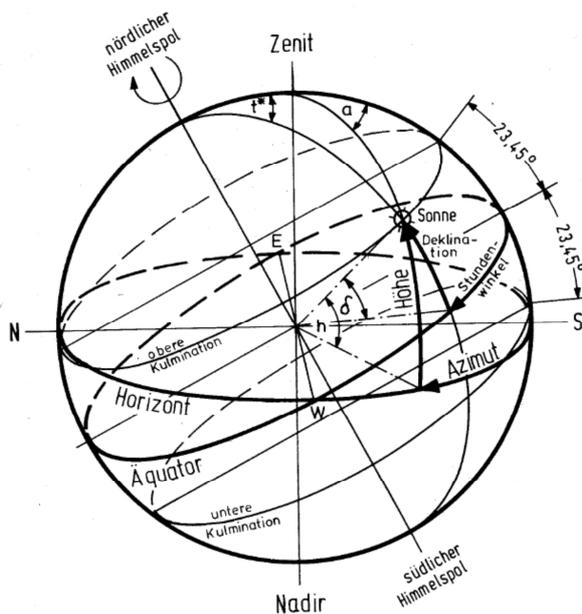


Abb. 1: Mathematisches Modell zur Berechnung des genauen Sonnenverlaufs<sup>2</sup>

Der Sonnenstand bildet die Grundlage für die Berechnung des Schattenwurfs. Der Stand der Sonne ist im Wesentlichen von der Erdrotation, der Neigung der Erdachse und der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne abhängig. Weiterhin müssen für jeden beliebigen Standort die geographischen, jahreszeitlichen und tageszeitlichen Daten berücksichtigt werden.

Mit diesen Daten werden die Deklination, der Stundenwinkel, die Sonnenhöhe, der Azimut und der Sonnenauf- und Untergang berechnet. Die Begriffe bedeuten (siehe Abb. oben):

- Deklination: Der Winkel, um den die Sonne im Verlauf der Jahreszeiten vom Himmelsäquator (Erdumlaufbahn auf den Himmel projiziert) abweicht. Zu Herbst beträgt die Deklination  $0^\circ$ , zum Winteranfang (21.12.)  $-23,45^\circ$  und zum Sommeranfang (21.6.)  $+23,45^\circ$
- Sonnenhöhe: Einfallswinkel der Sonne gegenüber einer horizontalen Fläche

<sup>2</sup> WindPro2.7, 2010, Dokumentation, Umwelt Shadow, S. 314

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

- Stundenwinkel: Winkel zwischen dem Sonnenhöchststand und dem aktuellen Sonnenstand
- Azimut: Winkel zwischen der Südrichtung und dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand. Im Uhrzeigersinn vor der südlichen Richtung positiv und danach negativ.
- Sonnenaufgang, Sonnenuntergang: Zeitpunkt am Morgen bzw. Abend, wenn der Sonnenmittelpunkt in der Ebene am Horizont sichtbar/verdeckt wird.

Die Berechnungen berücksichtigen die geringfügig unterschiedliche Dauer eines Tages von einem Sonnenhöchststand zum nächsten Sonnenhöchststand, die wegen der elliptischen Umlaufbahn der Erde um die Sonne im Laufe eines Jahres insgesamt um bis zu 16 Minuten variieren kann. In Abbildung 2 ist die Abweichung (Zeitkorrektur) der Tagesdauer vom 24-Stunden-Tag sowie der Deklination über ein Jahr Tag abgebildet.

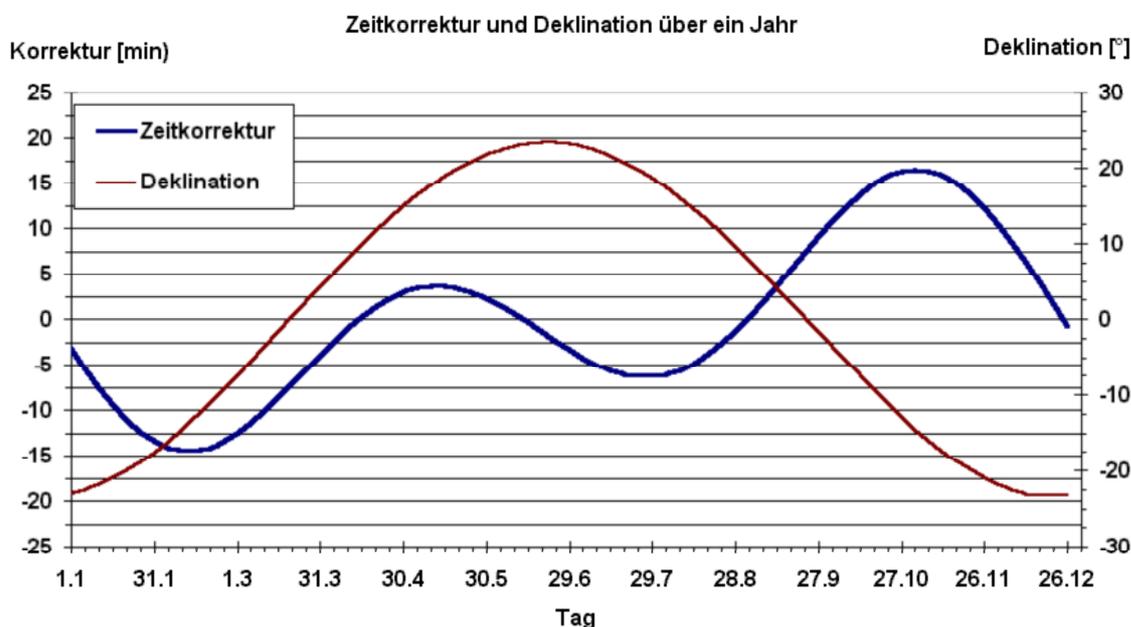


Abb. 2: Zeitkorrektur der Tagesdauer vom 24-Stunden-Tag mit Deklination über ein Jahr<sup>3</sup>

Da die Ergebnisse nicht nur für ein Jahr gültig sein sollen, wird in den Berechnungen die Tagesanzahl im Jahr auf 365,25 Tage gemittelt. Dadurch können sich aber die Ergebnisse innerhalb eines Zeitraums von vier Jahren um bis zu einem Tag verschieben.

### Schattenreichweite

Verdeckung der Sonne durch das Rotorblatt: Im Allgemeinen wird beim Schattenwurf zwischen Kern- und Halbschatten unterschieden. Der Unterschied kommt dadurch zustande, dass die Sonne keine punktförmige sondern eine flächige Lichtquelle ist (Durchmesser von 1.390.000 km). Bei einem mittleren Abstand von 150.000.000 km zur Sonne beträgt der Einstrahlungswinkel 0,531°. Der Kernschatten entspricht dem Bereich, in dem die direkten Son-

<sup>3</sup> WindPro2.7, 2010, Dokumentation, Umwelt Shadow, S. 315

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

nenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Der Halbschatten ist der Bereich, auf den nur ein Teil des Sonnenlichts auftrifft. Da Windenergieanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur sehr kurz und deshalb nicht relevant; z.B. beträgt bei einer mittleren Rotorblattbreite von 1,5 m die Länge des Kernschattens nur 145 m und ist geringer als der Mindestabstand, der sonst von WEA zu Wohn- und Bürogebäuden eingehalten werden muss.

Die Intensität des Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab. Dadurch reduzieren sich auch die Helligkeitsschwankungen, die durch den Schattenwurf des sich drehenden Rotors verursacht werden. Im Allgemeinen gilt der Halbschatten als nicht mehr relevant, wenn das Rotorblatt die Sonne zu weniger als 20% verdeckt. Die Entfernung von der WEA, bei der dies der Fall ist – die maximale Reichweite des Rotorschattens – lässt sich anhand von Daten zur Rotorblattgeometrie berechnen, nämlich der maximalen Rotorblatt-Tiefe und der Rotorblatt-Tiefe bei 90% des Radius, aus denen sich die mittlere Rotorblatttiefe ( $Br_{\text{mittel}}$ ) errechnet.

Die Berechnungsformel zur Ermittlung der Schattenreichweite ist:

$$\text{Dist}_{\text{max}} = (5 \times Br_{\text{mittel}} \times d) / 1097780$$

wobei  $d$  der mittlere Abstand zur Sonne (150.000.000km) ist und der Faktor von 1.097.780 aus dem Sonnendurchmesser resultiert, reduziert um einen Kompensationsfaktor dafür, dass die Sonnenscheibe kreisförmig und nicht rechteckig ist.

## Richtlinien

Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat die federführend vom staatlichen Umweltamt Schleswig unter Mitarbeit von Fachleuten, Gutachtern (u.a. auch EMD), Gewerbeaufsichtsämtern und Weiteren erarbeiteten Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise) im Jahr 2002 als Standard anerkannt. Die WEA-Schattenwurf-Hinweise enthalten folgende Anhaltswerte:

- die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer darf maximal 30 Stunden im Jahr und maximal 30 Minuten am Tag betragen
- ein Schattenwurf bei Sonnenständen unter  $3^\circ$  ist nicht zu berücksichtigen
- Wenn am Immissionsort aufgrund der Entfernung zur WEA die Sonne zu weniger als 20% durch das Rotorblatt verdeckt wird, können die dadurch entstehenden Helligkeitsschwankungen (Schatten) vernachlässigt werden
- um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wird die Berechnung für einen punktförmigen Rezeptor am Immissionsort empfohlen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, für ein übliches Fenster z.B. von 1x1 m Größe oder mit den vor Ort vorhandenen Fenstergrößen die Schattenwurfzeiten anzugeben.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

## 2 VERWENDETE EINGABEDATEN:

### Platzierung WEA:

WEA Nr.	Höhe über NN	Koordinaten: Gauß-Krüger, Bessel4	
		Rechtswert	Hochwert
V 90 (Bestand)	734	4.412.589	5.308.244
V 80 (Bestand)	735	4.412.273	5.307.867
1 (geplant)	806	4.407.331	5.303.373
2 (geplant)	812	4.407.302	5.302.962
3 (geplant)	815	4.407.325	5.302.539
4 (geplant)	780	4.408.437	5.304.701
5 (geplant)	783	4.408.454	5.304.311
6 (geplant)	791	4.408.148	5.303.938
7 (entfällt)	-	-	-
8 (geplant)	798	4.408.008	5.303.140
9 (geplant)	802	4.408.076	5.302.660
10 (geplant)	807	4.407.951	5.302.362
11 (geplant)	814	4.407.816	5.301.897
12 (geplant)	800	4.408.855	5.303.338
13 (geplant)	807	4.408.827	5.302.925
14 (geplant)	810	4.408.820	5.302.474
15 (geplant)	816	4.408.720	5.302.072
16 (geplant)	823	4.408.680	5.301.681
17(geplant)	826	4.408.554	5.301.311
18 (geplant)	787	4.409.476	5.304.497
19 (geplant)	795	4.409.557	5.304.139
20 (geplant)	799	4.409.595	5.303.732

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal		
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.		

21 (geplant)	802	4.409.654	5.303.269
22 (geplant)	811	4.409.696	5.302.841
23 (geplant)	820	4.409.584	5.302.477
24 (geplant)	821	4.409.436	5.302.056
25 (geplant)	778	4.410.288	5.305.168
26 (geplant)	783	4.410.204	5.304.740
27 (geplant)	791	4.410.275	5.304.344
28 (geplant)	793	4.410.340	5.303.892
29 (geplant)	802	4.410.394	5.303.491
30 (geplant)	813	4.410.455	5.303.090
31 (geplant)	803	4.410.359	5.302.736
32 (geplant)	811	4.410.270	5.302.294
33 (geplant)	772	4.411.242	5.305.091
34 (geplant)	779	4.411.197	5.304.602
35 (geplant)	786	4.411.213	5.304.202
36 (geplant)	797	4.411.213	5.303.701
37 (geplant)	795	4.411.341	5.303.243
38 (geplant)	800	4.411.155	5.302.835
39 (geplant)	812	4.411.058	5.302.425
40 (geplant)	772	4.412.188	5.304.865
41 (geplant)	807	4.411.618	5.302.305
42 (geplant)	770	4.408.389	5.305.881
43 (geplant)	765	4.408.357	5.306.322
44 (geplant)	760	4.408.522	5.306.713
45 (geplant)	756	4.408.551	5.307.129
46 (geplant)	763	4.410.395	5.305.949

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

47 (geplant)	759	4.410.469	5.306.415
48 (geplant)	754	4.410.460	5.306.804
49 (geplant)	792	4.408.882	5.303.821
50 (geplant)	766	4.409.026	5.305.993
51 (geplant)	762	4.409.213	5.306.446

**Koordinaten betrachteter Schatten-Immissionsorte (Schattenrezeptoren):**

Bezeichnung	GK-Koordinaten Rechtswert	GK-Koordinaten Hochwert	Höhe in müNN
Welden 8 Süd	4.409.808	5.309.514	715
Welden 6	4.409.966	5.309.446	709
Aschthal 1 West	4.411.107	5.308.901	694
Aschthal 1 Süd	4.411.123	5.308.900	694
Schäfmoos 2 Südwest	4.411.672	5.308.278	722
Schäfmoos 2 Südost	4.411.686	5.308.280	722
Menhofen 5 West	4.412.972	5.308.524	715
Dienhausen Neuwäldleweg 22 West	4.412.523	5.306.357	731
Dienhausen Weihertalstraße 24 Südwest	4.412.721	5.306.005	722
Schwabsoien Hochsteig 6 Nord	4.412.451	5.300.740	755
Schwabsoien Kaufbeurer Straße 36 Nord	4.411.842	5.300.567	762
Im Dornau 1 Nordwest	4.410.087	5.301.145	819
Im Dornau 1 Nordost	4.410.083	5.301.137	819
Sachsenried Dornastraße 13 Nordwest	4.409.917	5.300.717	817
Sachsenried Pfarrer-Weinmüller-Str. 4 Nord	4.409.663	5.300.669	848
Sachsenried Pfarrer-Weinmüller-Str. 4 West	4.409.658	5.300.667	848

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal		
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.		

Sachsenrieder Forststraße 25 Nord	4.409.190	5.300.437	859
Dietlried 1 West	4.409.181	5.300.988	847
Ödwang An der Mühle 12 Ost	4.405.689	5.302.141	747
Salabeuren Bidinger Str. 2 Ost	4.406.112	5.302.797	756
Stocken Forststraße 25 Süd	4.406.992	5.304.096	766
Stocken Forststraße 25 Ost	4.406.994	5.304.104	766
Mähder 3 Ost	4.407.290	5.304.404	798
Mähder 7 Ost	4.407.310	5.304.562	792
Frankenhofen Buch 5 Ost	4.407.032	5.306.156	744
Frankenhofen Bergstraße 21 Ost	4.407.139	5.306.387	760
Osterzell Dorfstraße 31 Süd	4.406.455	5.303.805	738
Osterzell Dorfstraße 31 Ost	4.406.459	5.303.810	738
Hof Römerturmstraße 41 Süd	4.406.917	5.307.802	757
Hof Römerturmstraße 41 Ost	4.406.922	5.307.810	757
Aufkirch Waldstraße 20	4.407.062	5.308.377	735
Weihertalstraße 29 West	4.412.889	5.304.375	737
Weihertalstraße 31 Nordwest	4.412.745	5.304.203	740
Weihertalstraße 28 Nordwest	4.412.442	5.304.004	745
Weihertalstraße 33 Nordwest	4.412.372	5.303.866	747
Weihertalstraße 33 Südwest	4.412.371	5.303.855	747
Schwabsoien Landsberger Str. West	4.412.481	5.301.419	797
Schwabsoien Landsberger Str. Nord	4.412.487	5.301.425	797

Das topographische Modell wurde auf Basis des vorhandenen Kartenmaterials (farbige topographische Karten im Maßstab 1:10.000) angefertigt. Die Eingabe der Höhenlinien erfolgte mit einer Auflösung von mindestens 5 m. Die Modellgrenzen wurden auf ca. 10 km Radius um den Standort gesetzt.

Die Schattenwurfprognose für den Windpark Denklingen/Fuchstal wurde für zwei unterschiedliche Anlagentypen erstellt:

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

**a) Enercon E101**

**Nabenhöhe:** 149 m

**Leistung:** 3000 kW

**Gesamthöhe:** ca. 200 m

**Rotordurchmesser:** 101 m

**Angenommene Rezeptorgröße:** 1 x 1 m (Höhe x Breite), 1 m über Grund, 90° vertikales Fenster

**Augenhöhe entspricht Kartenhöhe:** 1,5 m

**b) Nordex N117**

**Nabenhöhe:** 141 m

**Leistung:** 2400 kW

**Gesamthöhe:** ca. 200 m

**Rotordurchmesser:** 117 m

**Angenommene Rezeptorgröße:** 1 x 1 m (Höhe x Breite), 1 m über Grund, 90° vertikales Fenster

**Augenhöhe entspricht Kartenhöhe:** 1,5 m

**Vorbelastung des Standortes:**

In einer Entfernung von 2 km zum nächstgelegenen WEA-Standort befinden sich zwei bereits bestehende WEA südwestlich von Menhofen. Dies bedeutet, dass die Schattenbelastungen an den im näheren Umfeld der Bestandsanlagen befindlichen Immissionsorten durch den geplanten Windpark nicht zunehmen.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

### 3 ERGEBNIS

Es wurde eine Schattenwurfprognose für den Standort Windpark Denklingen/Fuchstal durchgeführt. Hierbei wurden anhand einer Standortbesichtigung Immissionsorte begutachtet und kartiert. Die aufgenommenen Daten wurden am Computer weiterverarbeitet und in das Modell SHADOW der Software WindPRO eingespeist und als Eingangsdatensatz für die durchgeführte Berechnung herangezogen.

#### 3.1 Schattenwurfprognose

##### 3.1.1 Enercon E101

In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Berechnungsergebnisse dargestellt.

<u>Bezeichnung</u>	<u>Astronomisch maximal mögliche Belastung</u>			
	<u>Stunden / Jahr</u>	<u>Schwellenwert</u>	<u>Minuten / Tag</u>	<u>Schwellenwert</u>
Welden 8 Süd	0 h	30 h	0 min	30 min
Welden 6	0 h	30 h	0 min	30 min
Aschthal 1 West	0 h	30 h	0 min	30 min
Aschthal 1 Süd	7,25 h	30 h	13 min	30 min
Schäfmoos 2 Südwest	0 h	30 h	0 min	30 min
Schäfmoos 2 Südost	23 h	30 h	27 min	30 min
Menhofen 5 West	53,75 h	30 h	44 min	30 min
Dienhausen Neuwäldleweg 22 West	8 h	30 h	15 min	30 min
Dienhausen Weihertalstraße 24 Südwest	12,5 h	30 h	14 min	30 min
Schwabsoien Hochsteig 6 Nord	0 h	30 h	0 min	30 min
Schwabsoien Kaufbeurer Straße 36 Nord	0 h	30 h	0 min	30 min

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal			
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.			

Im Dornau 1 Nordwest	10 h	30 h	16 min	30 min
Im Dornau 1 Nordost	4 h	30 h	15 min	30 min
Sachsenried Dornaus- traße 13 Nordwest	8 h	30 h	17 min	30 min
Sachsenried Pfarrer- Weinmüller-Str. 4 Nord	15 h	30 h	20 min	30 min
Sachsenried Pfarrer- Weinmüller-Str. 4 West	15,5 h	30 h	24 min	30 min
Sachsenrieder Forst- straße 25 Nord	0 h	30 h	0 min	30 min
Dietried 1 West	26,5 h	30 h	40 min	30 min
Ödwang An der Mühle 12 Ost	15 h	30 h	15 min	30 min
Salabeuren Bidinger Str. 2 Ost	36,75 h	30 h	30 min	30 min
Stocken Forststraße 25 Süd	36 h	30 h	35 min	30 min
Stocken Forststraße 25 Ost	47,25 h	30 h	34 min	30 min
Mähder 3 Ost	40,5 h	30 h	32 min	30 min
Mähder 7 Ost	35,75 h	30 h	23 min	30 min
Frankenhofen Buch 5 Ost	21 h	30 h	21 min	30 min
Frankenhofen Bergstra- ße 21 Ost	34,75 h	30 h	30 min	30 min
Osterzell Dorfstraße 31 Süd	34,5 h	30 h	32 min	30 min
Osterzell Dorfstraße 31 Ost	31,5 h	30 h	33 min	30 min
Hof Römerturmstraße 41 Süd	8,5 h	30 h	14 min	30 min
Hof Römerturmstraße 41 Ost	8 h	30 h	14 min	30 min
Aufkirch Waldstraße 20	5,5 h	30 h	13 min	30 min

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal			
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.			

Weihertalstraße 29 West	7,25 h	30 h	13 min	30 min
Weihertalstraße 31 Nordwest	18 h	30 h	16 min	30 min
Weihertalstraße 28 Nordwest	34,25 h	30 h	19 min	30 min
Weihertalstraße 33 Nordwest	36,75 h	30 h	22 min	30 min
Weihertalstraße 33 Süd- west	41 h	30 h	23 min	30 min
Schwabsoien Landsber- ger Str. West	0 h	30 h	0 min	30 min
Schwabsoien Landsber- ger Str. Nord	0 h	30 h	0 min	30 min

Es wurden Schattenwurfbelastungen durch die geplanten WEA – Anlagentyp Enercon 101 – im Windpark Denklingen/Fuchstal festgestellt:

- Am Immissionsort *Menhofen 5 West* liegt aufgrund der bereits bestehenden WEA eine ersichtliche Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es werden der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr 23,75 Stunden überschritten und der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 14 Minuten.
- Am Immissionsort *Weihertalstraße 28* liegt in nordwestlicher Richtung eine geringe Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 4,25 Stunden überschritten.
- Am Immissionsort *Weihertalstraße 33* liegt sowohl in nordwestlicher als auch in südwestlicher Richtung eine Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 6,75 bzw. 11 Stunden überschritten.
- Am Immissionsort *Dieltried 1 West* liegt eine Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 10 Minuten überschritten.
- Am Immissionsort *Salabeuren Bidinger Str. 2 Ost* liegt eine Überschreitung der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 6,25 Stunden überschritten. Der maximal zulässige Minutenwert pro Tag entspricht dem Grenzwert von 30 Minuten.
- Am Immissionsort *Osterzell Dorfstraße 31* liegt sowohl in südlicher als auch in östlicher Richtung eine geringe Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es werden der maximal zulässige Stun-

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

denwert pro Jahr um 4,5 bzw. 1,5 Stunden und der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 2 bzw. 3 Minuten überschritten.

- Am Immissionsort *Stocken Forststraße 25* liegt sowohl in südlicher als auch in östlicher Richtung eine Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es werden der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 6 bzw. 17,5 Stunden und der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 5 bzw. 4 Minuten überschritten.
- Am Immissionsort *Mähder 3 Ost* liegt eine Überschreitung der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 10,5 Stunden überschritten und der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 2 Minuten.
- Am Immissionsort *Mähder 7 Ost* liegt eine geringe Überschreitung der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 5,75 Stunden überschritten.
- Am Immissionsort *Frankenhofen Bergstraße 21 Ost* liegt eine geringe Überschreitung der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 4,75 Stunden überschritten. Der maximal zulässige Minutenwert pro Tag entspricht dem Grenzwert von 30 Minuten.

Eine Abschaltautomatik ist daher an bestimmten WEA innerhalb des Windparks einzurichten.

### 3.1.2 Nordex N117

In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Berechnungsergebnisse dargestellt.

<u>Bezeichnung</u>	<u>Astronomisch maximal mögliche Belastung</u>			
	<u>Stunden / Jahr</u>	<u>Schwellenwert</u>	<u>Minuten / Tag</u>	<u>Schwellenwert</u>
Welden 8 Süd	0 h	30 h	0 min	30 min
Welden 6	0 h	30 h	0 min	30 min
Aschthal 1 West	0 h	30 h	0 min	30 min
Aschthal 1 Süd	7,25 h	30 h	13 min	30 min
Schäfmoos 2 Südwest	0 h	30 h	0 min	30 min
Schäfmoos 2 Südost	23 h	30 h	27 min	30 min
Menhofen 5 West	53,75 h	30 h	44 min	30 min

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal			
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.			

Dienhausen Neuwäldle- weg 22 West	0 h	30 h	0 min	30 min
Dienhausen Weihertal- straße 24 Südwest	0 h	30 h	0 min	30 min
Schwabsoien Hochsteig 6 Nord	0 h	30 h	0 min	30 min
Schwabsoien Kaufbeurer Straße 36 Nord	0 h	30 h	0 min	30 min
Im Dornau 1 Nordwest	0 h	30 h	0 min	30 min
Im Dornau 1 Nordost	0 h	30 h	0 min	30 min
Sachsenried Dornaus- straße 13 Nordwest	0 h	30 h	0 min	30 min
Sachsenried Pfarrer- Weinmüller-Str. 4 Nord	19 h	30 h	23 min	30 min
Sachsenried Pfarrer- Weinmüller-Str. 4 West	18,5 h	30 h	23 min	30 min
Sachsenrieder Forst- straße 25 Nord	0 h	30 h	0 min	30 min
Dietlried 1 West	36,75 h	30 h	41 min	30 min
Ödweg An der Mühle 12 Ost	0 h	30 h	0 min	30 min
Salabeuren Bidinger Str. 2 Ost	35 h	30 h	23 min	30 min
Stocken Forststraße 25 Süd	52 h	30 h	43 min	30 min
Stocken Forststraße 25 Ost	47,25 h	30 h	34 min	30 min
Mähder 3 Ost	34,75 h	30 h	28 min	30 min
Mähder 7 Ost	35,25 h	30 h	27 min	30 min
Frankenhofen Buch 5 Ost	14 h	30 h	21 min	30 min
Frankenhofen Bergstra- ße 21 Ost	23 h	30 h	22 min	30 min

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal			
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.			

Osterzell Dorfstraße 31 Süd	27 h	30 h	27 min	30 min
Osterzell Dorfstraße 31 Ost	27,5 h	30 h	28 min	30 min
Hof Römerturmstraße 41 Süd	0 h	30 h	0 min	30 min
Hof Römerturmstraße 41 Ost	0 h	30 h	0 min	30 min
Aufkirch Waldstraße 20	0 h	30 h	0 min	30 min
Weihertalstraße 29 West	0 h	30 h	0 min	30 min
Weihertalstraße 31 Nordwest	0 h	30 h	0 min	30 min
Weihertalstraße 28 Nordwest	25,75 h	30 h	22 min	30 min
Weihertalstraße 33 Nordwest	30,5 h	30 h	23 min	30 min
Weihertalstraße 33 Süd- west	30,75 h	30 h	23 min	30 min
Schwabsoien Landsber- ger Str. West	0 h	30 h	0 min	30 min
Schwabsoien Landsber- ger Str. Nord	0 h	30 h	0 min	30 min

Es wurden Schattenwurfbelastungen durch die geplanten WEA – Anlagentyp Nordex N117 – im Windpark Denklingen/Fuchstal festgestellt:

- Am Immissionsort *Menhofen 5 West* liegt aufgrund der bereits bestehenden WEA eine ersichtliche Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es werden der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 23,75 Stunden überschritten und der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 14 Minuten.
- Am Immissionsort *Weihertalstraße 33* liegt sowohl in nordwestlicher als auch in südwestlicher Richtung eine geringfügige Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 0,5 bzw. 0,75 Stunden überschritten.
- Am Immissionsort *Dietried 1 West* liegt eine geringe Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es werden der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 6,75 Stunden überschritten und der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 11 Minuten.

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

- Am Immissionsort *Salabeuren Bidinger Str. 2 Ost* liegt eine geringe Überschreitung der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 5 Stunden überschritten.
- Am Immissionsort *Stocken Forststraße 25* liegt sowohl in südlicher als auch in östlicher Richtung eine ersichtliche Überschreitung im Bereich der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es werden der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 16 bzw. 22 Stunden und der maximal zulässige Minutenwert pro Tag um 43 Minuten überschritten.
- An den Immissionsorten *Mähder 3 Ost* und *Mähder 7 Ost* liegt eine geringe Überschreitung der astronomisch maximal möglichen Belastung vor. Es wird der maximal zulässige Stundenwert pro Jahr um 4,75 bzw. 5,25 Stunden überschritten.

Eine Abschaltautomatik ist daher an bestimmten WEA innerhalb des Windparks einzurichten.

### 3.2 Einfluss des geplanten Windparks auf die Schattenwurfbelastung der benachbarten Immissionsorte im näheren Umfeld der Bestandsanlagen

Der geplante Windpark hat keinen Einfluss auf die Schattenwurfbelastung der im näheren Umfeld der Bestandsanlagen befindlichen Immissionsorte. Zu betrachten sind hier vor allem die Immissionsorte *Schäfmoos 2* und *Menhofen 5*.

Die folgende Tabelle zeigt zum einen die Beschattungsdauer für die Bestandsanlagen allein, zum anderen für die Bestandsanlagen in Verbindung mit dem geplanten Windpark:

Bezeichnung Immissionsort	Beschattungsdauer Bestandsanlagen allein		Beschattungsdauer Bestandsanlagen mit E101		Beschattungsdauer Bestandsanlagen mit N117	
	Stunden/ Jahr	Minuten/ Tag	Stunden/ Jahr	Minuten/ Tag	Stunden/ Jahr	Minuten/ Tag
<b>Schäfmoos 2 Südwest</b>	0 h	0 min	0 h	0 min	0 h	0 min
<b>Schäfmoos 2 Südost</b>	23 h	27 min	23 h	27 min	23 h	27 min
<b>Menhofen 5</b>	53,75 h	44 min	53,75 h	44 min	53,75 h	44 min

Raumordnungsverfahren gemäß Art. 24 BayLplG	Windpark Denklingen/Fuchstal
	Gemeinden Denklingen und Fuchstal Windpark GmbH & Co. KG i.G.

.....

Ort, Datum                      (Unterschrift des Entwurfsverfassers)