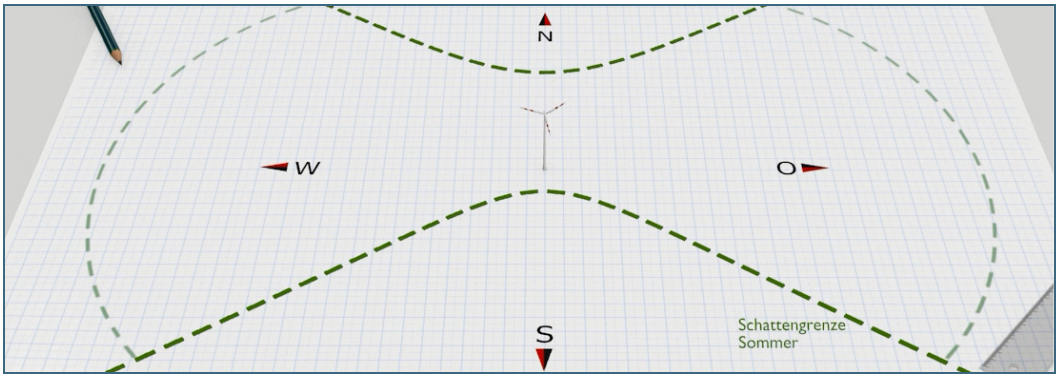
Windkraft

Schattenwurf von Windkraftanlagen: Erläuterung zur Simulation



Die Bewegung der Rotoren von Windkraftanlagen (WKA) führt zu einem bewegten Schattenwurf, der mit dem Sonnenstand wandert. Der Schattenwurf tritt nur bei klarem Himmel und damit direktem Sonnenschein auf – der bewegte Schattenwurf nur dann, wenn sich zusätzlich die Rotoren drehen, also Wind weht. Dieser Schattenwurf kann Anwohner einer Windkraftanlage belästigen.

Die Computersimulation dient einer qualitativen Einschätzung des Schattenverlaufes in der Umgebung einer Windkraftanlage.
(http://www.energieatlas.bayern.de/thema_wind/faq.html#schattenwurf).

Die Simulation beantwortet folgende Fragen:

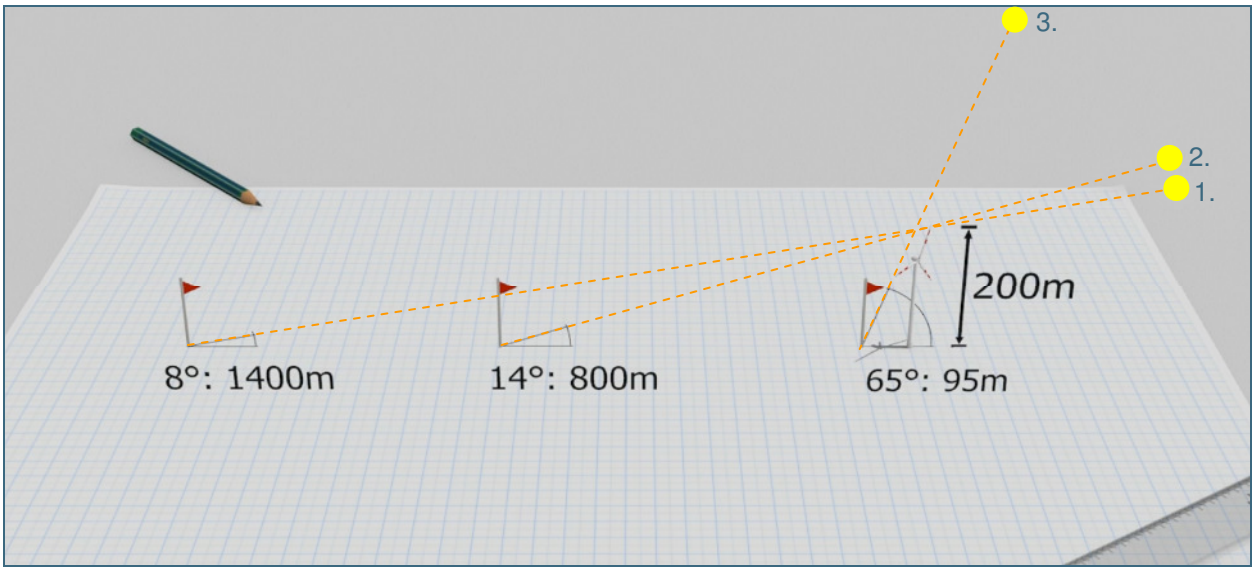
- Wie lang ist der Schatten einer WKA in Abhängigkeit vom Tages- und Jahreslauf der Sonne?
- Welche Bereiche im Umfeld einer WKA sind vom Schattenwurf betroffen?
- Wann ist jeder einzelne Ort in der Umgebung einer WKA beschattet?

Bei der Genehmigung einer Windkraftanlage wird der Schattenwurf überprüft. Dabei wird er im Tages- und Jahreslauf der Sonne mit Hilfe einer Schattenwurfprognose genau berechnet. Dazu müssen die genaue Position (Breiten- und Längengrad, Höhe über Normalnull) und die Gesamthöhe der Windkraftanlage sowie die Geländeformation in der Umgebung bekannt sein. Die Ergebnisse einer solchen detaillierten Schattenwurfprognose können daher von den in der vereinfachten Simulation dargestellten Schattenbereichen abweichen.

Als nicht erheblich belästigend gelten Beschattungszeiten von maximal 30 Stunden pro Kalenderjahr und maximal 30 Minuten pro Tag in einer Höhe von 2 m. Führt der Betrieb einer oder mehrerer Windkraftanlagen an einem einzelnen Immissionsort (z. B. Wohnhaus, Terrasse) zu längeren Beschattungszeiten, werden diese Anlagen mit einer Abschaltautomatik versehen und im Falle einer Verschattung abgestellt.

1 Schattenlänge in Abhängigkeit von der Höhe des Sonnenstandes

Im ersten Teil der Simulation sehen Sie, wie sich die **Länge des Schattens** in Abhängigkeit von der **Höhe des Sonnenstandes** im Tagesverlauf verändert.



1. **Morgens** nach dem Sonnenaufgang und **abends** vor Sonnenuntergang steht die Sonne flach über dem Horizont und wirft bei großen Windkraftanlagen (hier 200 m) einen **langen Schatten** bis ca. 1.400 m Entfernung. Der Schatten wird mit zunehmendem Abstand von der Windkraftanlage schwächer.
2. Im **Laufe des Vormittags** steigt die Sonne immer höher und der Schatten wird immer **kürzer**. Im **Laufe des Nachmittags** sinkt die Sonne wieder ab und der Schatten wird wieder **länger**. Bei einem Höhenwinkel der Sonne von 14 ° hat der Schatten eine Länge von ca. 800 m. Dies ist der in der Regel vorhandene Abstand von den Windkraftanlagen zur nächsten Wohnbebauung.
3. Ihren **Höchststand** erreicht die Sonne am 21. Juni um 13:00 Uhr (Mitteleuropäische Sommerzeit, MESZ) in Bayern mit ca. 65 °. Der Schatten ist jetzt lediglich maximal 95 m lang.

Der Tabelle enthält die **Uhrzeiten**, zu denen die in der Simulation gezeigten **Schattenlängen** erreicht werden. Die Angaben gelten in guter Näherung für ganz Bayern.

Tab. 1: Ungefähre Schattenlänge in Abhängigkeit von der Höhe des Sonnenstandes sowie Uhrzeiten, zu denen diese Schattenlängen im Jahresverlauf auftreten.

Sonnenstand		8°	14°	65°
maximaler Schattenwurf, gemessen ab WKA		≈ 1400 m	≈ 800 m	≈ 95 m
	Uhrzeiten im Jahresverlauf			
Winter (21.12.)	vormittags	9:00	10:15	
	nachmittags	15:15	14:05	
Frühjahr (20.03.)/Herbst (22.09.)	vormittags	7:00	7:40	
	nachmittags	17:30	16:55	
Sommer (21.06. MESZ)	vormittags	5:15	5:55	13:00
	nachmittags	19:15	18:35	

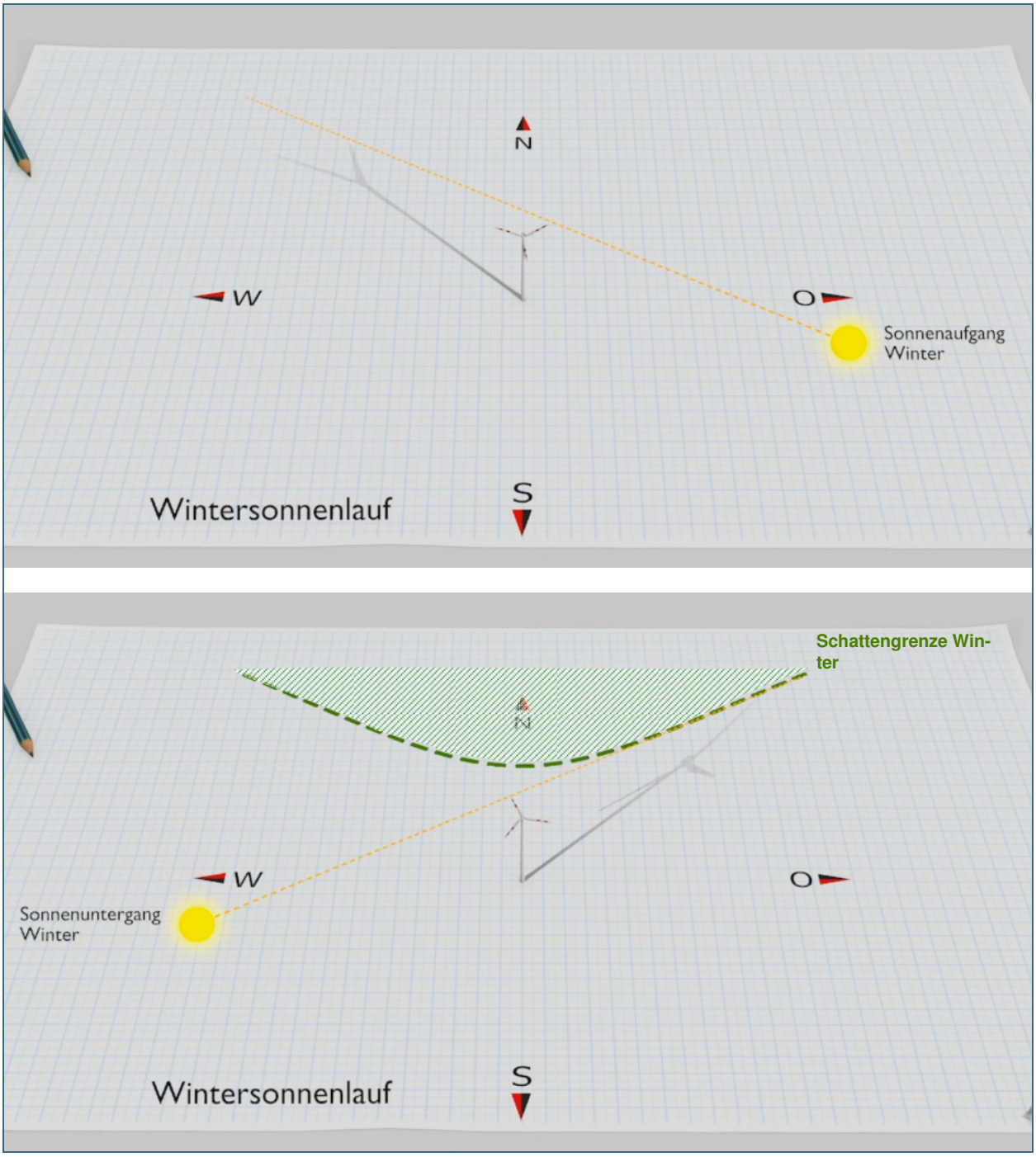
Das beutet: Der Schatten einer Windkraftanlage ist in **der überwiegenden Tageszeit** nur in einer Entfernung **bis 800 m** zur Windkraftanlage zu sehen. In einer Entfernung von **mehr als 800 m** tritt der Schatten nur während **ca. einer Stunde in den Morgen- und Abendstunden** (im Winter vormittags und nachmittags) auf.

2 Verschattung im Umfeld einer Windkraftanlage

Der zweite Teil der Simulation veranschaulicht, welcher Bereich im **Umfeld der Windkraftanlage** grundsätzlich vom **Schattenwurf** betroffen sein kann. Dabei spielt sowohl der Sonnenstand im **Tageslauf** als auch die **Jahreszeit** eine wichtige Rolle.

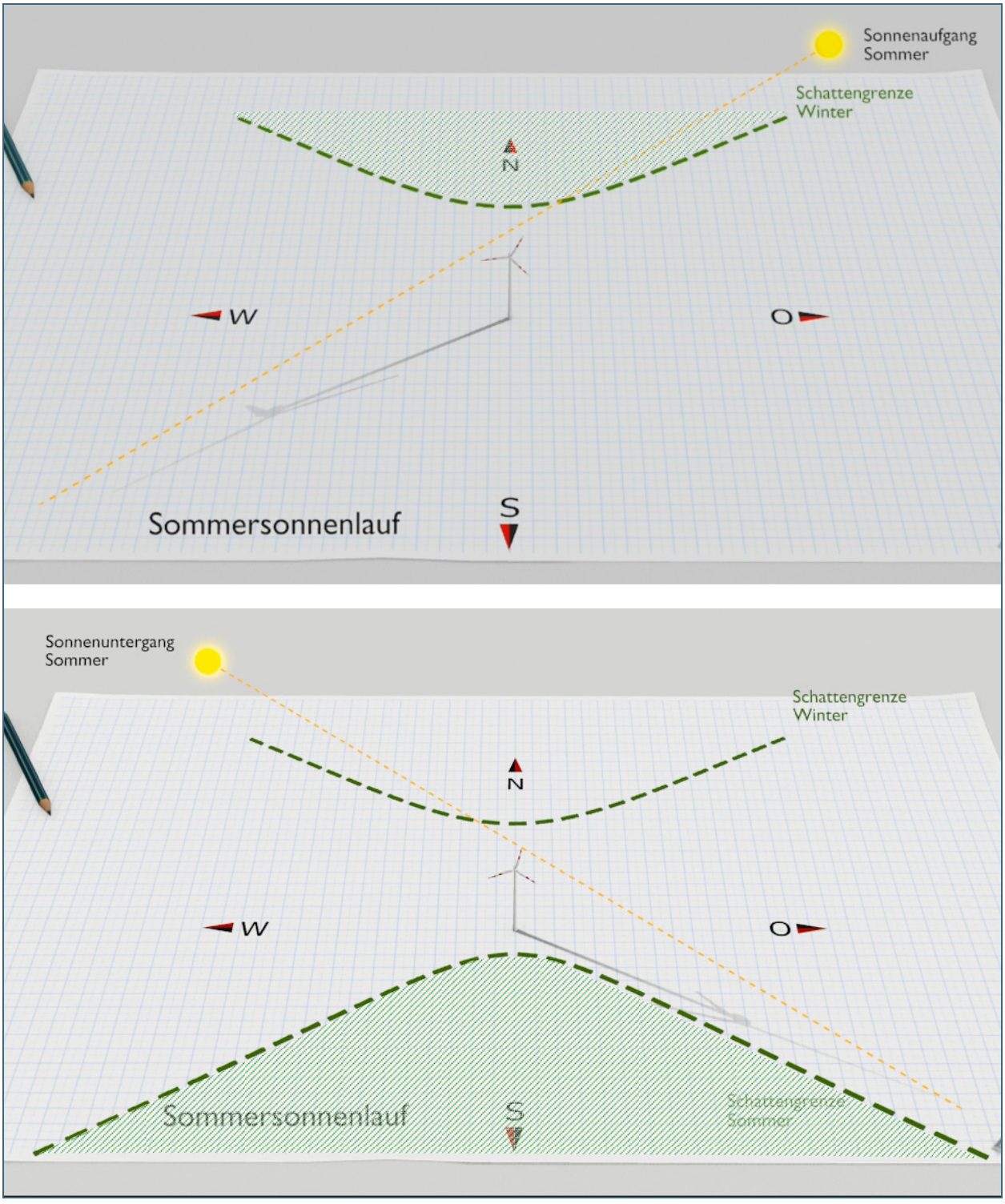
Winter-Sonnenlauf

Zunächst wird der Verlauf des Schattens im **Winter** (21.12.) dargestellt. Die Sonne geht zu dieser Zeit im **Süd-Osten auf** und im **Süd-Westen unter**. Sie sehen die „**Schattengrenze Winter**“. Im Bereich nördlich dieser „Linie“ ist der Schatten der Windkraftanlage nie zu sehen (▨).

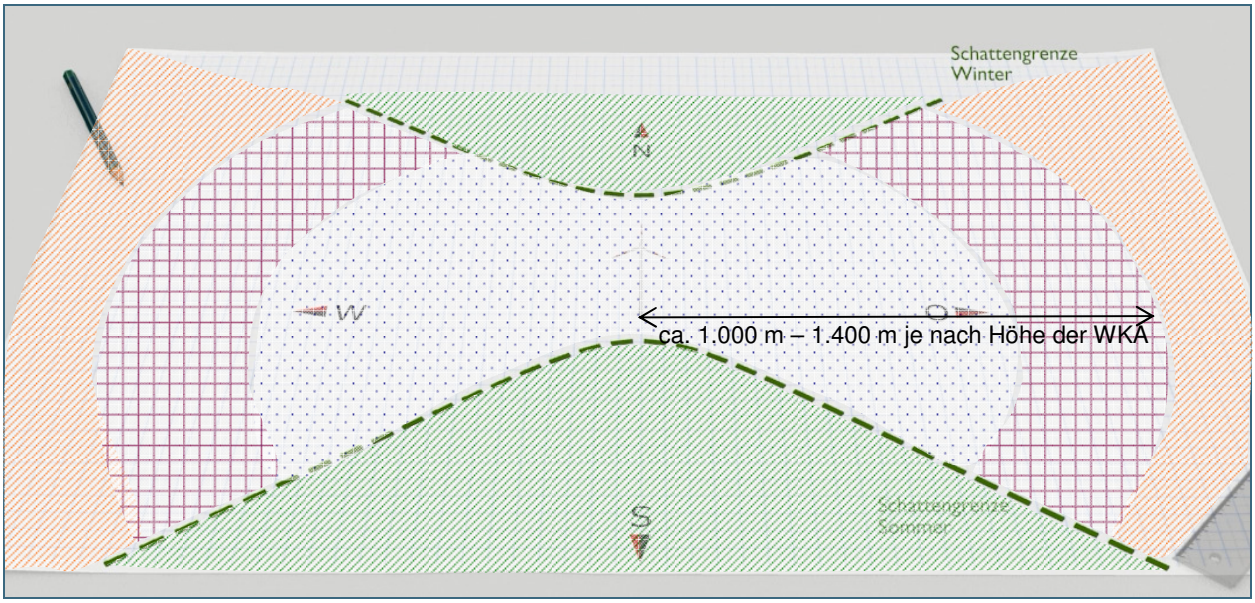


Sommer-Sonnenlauf

Anschließend können Sie den Verlauf des Schattens im **Sommer** (21.06.) verfolgen. Die Sonne geht zu dieser Zeit im **Nord-Osten auf** und im **Nord-Westen unter**. Sie sehen die „**Schattengrenze Sommer**“. Im Bereich südlich dieser „Linie“ ist der Schatten der Windkraftanlage nie zu sehen (▨).



3 Ergebnisse der Simulation



- **Nördlich der Schattengrenze Winter** tritt **niemals Schatten** auf.
- **Südlich der Schattengrenze Sommer** tritt **niemals ein bewegter Schatten** auf.
- **Südlich** einer Windkraftanlage ist zu **keiner Jahres- und Tageszeit Schatten** zu sehen.

- Im **Osten und Westen** ab einem Abstand von – abhängig von der Höhe der Windkraftanlage (150 m bis 200 m) – **über 1000 m bis 1400 m** wird der Schatten immer **diffuser** und wird **nicht mehr wahrgenommen**.

- Der Schatten einer Windkraftanlage befindet sich während der **überwiegenden Tageszeit** im **Nahbereich** der Anlage (< 800 m):
  - Winter: 10:15 bis 14:05 Uhr
  - Frühjahr und Herbst: 7:40 bis 16:55 Uhr
  - Sommer: 5:55 bis 18:35 Uhr (MESZ)
- Im **Umkreis von 800 m** einer Windkraftanlage befindet sich in den meisten Fällen keine Wohnbebauung, so dass der Schatten in diesem Bereich **selten** zu einer **Belästigung** führt.
- Im **Norden** einer Windkraftanlage ist nur im **Bereich von 300 m bis 700 m** – je nach Höhe der Anlage (150 m bis 200 m) – ein **bewegter Schattenwurf** wahrnehmbar.

- Der Schatten in den verbleibenden Bereichen – im Osten und Westen der WKA – tritt bei tief stehender Sonne am Morgen und Abend auf. Dieser Bereich wird innerhalb von ca. **einer Stunde in den Morgen- und Abendstunden** (im Winter vormittags und nachmittags) durchschritten.
- Die Verschattung an einem **einzelnen Ort** in diesem Bereich tritt nur **entweder morgens** oder **abends** auf.
- Falls ein **einzelner Ort** von der Verschattung betroffen ist, tritt die Verschattung wegen des spezifischen Jahresverlaufes der Sonne nicht jeden Tag, sondern **nur an einzelnen Tagen** im Jahr auf.

4 Hinweise und weiterführende Informationen

- Die angegebenen Uhrzeiten sind für den Standort München berechnet und gelten in erster Näherung für ganz Bayern.
- Weitere Informationen zum Schattenwurf von Windkraftanlagen finden Sie in der Publikation des LfU „Windenergie in Bayern“ (http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00079.htm).
- Die Schattenwurfsimulation finden Sie hier: http://www.energieatlas.bayern.de/thema_wind/faq.html#schattenwurf

Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0
Telefax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: http://www.lfu.bayern.de

Postanschrift:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bearbeitung:
LfU, Referat 14, Hartmut Fligge
LfU, ÖIB, Dr. Stephan Leitschuh

Bildnachweis:
LfU

Stand:
April 2016

BAYERN DIREKT
Tel. 089 12 22 20