

**5.1 Vorgesehene Maßnahmen zum Schutz vor und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, insbesondere zur Verminderung der Emissionen sowie zur Messung von Emissionen und Immissionen**

siehe Anhang:

Schattenwurfmodul

Angaben zu Serrations siehe Kapitel 3.1 - Technische Beschreibung

Anlagen:

- 05-01-01-00 eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev4.pdf



## Beschreibung des Schattenwurfmoduls für Windenergieanlagen

**gültig für alle Windenergieanlagen  
der eno energy systems GmbH**

eno energy systems GmbH  
Am Strande 2e  
D – 18055 Rostock  
Tel.: (+49) (0)381 203792-0  
Fax.: (+49) (0)381 203792-20  
info@eno-energy.com  
www.eno-energy.com

|                         |                         |  |
|-------------------------|-------------------------|--|
| Autor: Henri Wasnick    | Bearbeiter: Mirko Thiel | Freigabe: Robin Ahrens   |
|                         |                         | <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>GENEHMIGT</b><br/> <i>Von Robin Ahrens , 10:10, 28.01.2020</i> </div> |
| Ort, Datum              | Ort, Datum              | Ort, Datum   |
| Rostock, den 23.03.2010 | Rostock, den 17.01.2020 | Rostock, den 17.01.2020  |

**Dieses Dokument ist nur mit entsprechendem Freigabevermerk gültig.**

|   |             |
|---|-------------|
| Dokument: eno_wtg_Schattenwurfmodul_de_rev4.docx<br>Projekt: Beschreibung des Schattenwurfmoduls für Windkraftanlagen<br>Dokumentenbezeichnung/Klassifikation: vertraulich<br>Autor: Mirko Thiel, Prüfer: Alexander Gerds | Revision: 4 |
| Datum: 17.01.2020 <span style="float: right;">Seite 1 von 5</span>  |             |

## Vermerk zur Aktualisierung

Das Dokument – *eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev4.docx* – unterliegt keiner automatischen Aktualisierung und dient lediglich der Information.

Durch Produktentwicklung und Optimierung können sich Inhalte des Dokumentes, ohne vorherige Ankündigung, ändern.

Jeder Nutzer des Dokumentes hat eigenverantwortlich sicherzustellen, dass er die jeweils aktuelle und gültige Ausgabe des Dokumentes nutzt.

## Schutzvermerk entsprechend ISO 16016

### Copyright © 2020 eno energy systems GmbH

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes – *eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev4.docx*, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster-, oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Dokument: eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev4.docx  
Projekt: Beschreibung des Schattenwurfmoduls für Windkraftanlagen  
Dokumentenbezeichnung/Klassifikation: vertraulich  
Autor: Mirko Thiel, Prüfer: Alexander Gerds

Revision: 4



Datum: 17.01.2020

Seite 2 von 5

## Inhaltsverzeichnis

|     |                                |   |
|-----|--------------------------------|---|
| 1   | Änderungsverlauf .....         | 3 |
| 2   | Gültigkeit .....               | 4 |
| 3   | Einleitung.....                | 4 |
| 4   | Schattenwurf .....             | 4 |
| 4.1 | Grundlagen Schattenwurf.....   | 4 |
| 4.2 | Funktionsweise.....            | 4 |
| 4.3 | Planerische Informationen..... | 5 |
| 5   | Installation .....             | 5 |

## 1 Änderungenverlauf

| Rev. | Datum      | Name             | Änderungen   |
|------|------------|------------------|--|
| 0    | 23.03.2010 | Henri Wasnick    | Alle Seiten – neues Dokument                                       |
| 1    | 27.05.2014 | Simon Wittkopf   | Alle Seiten – Layoutanpassung<br>Seite 4 – Gültigkeit hinzugefügt  |
| 2    | 31.03.2017 | Philipp Pohlmann | Seite 4 – Gültigkeit angepasst                                     |
| 3    | 17.12.2019 | Alexander Gerds  | Anpassung der Gültigkeit   |
| 4    | 17.01.2020 | Mirko Thiel      | Alle Seiten – Layoutanpassung<br>Überarbeitung von Kapitel 3 und 4 |

Dokument: eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev4.docx  
Projekt: Beschreibung des Schattenwurfmoduls für Windkraftanlagen  
Dokumentenbezeichnung/Klassifikation: vertraulich  
Autor: Mirko Thiel, Prüfer: Alexander Gerds

Revision: 4



Datum: 17.01.2020

Seite 3 von 5

## 2 Gültigkeit

Dieses Dokument ist für alle Windenergieanlagentypen der eno energy systems GmbH gültig.

## 3 Einleitung

Das vorliegende Dokument befasst sich mit dem Schattenwurfmodul, welches dazu dient Störeinflüsse auf die Umwelt durch den Schattenwurf zu minimieren. Auswirkungen auf die Umwelt durch z.B. optische Effekte können in einem weitreichenden Umfeld um betreffende Anlagen wirksam werden, was mit steigender Anlagengröße zunimmt.

## 4 Schattenwurf

### 4.1 Grundlagen Schattenwurf

Der Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf, der an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) führen kann. Aus diesem Grunde findet sich in den Baugenehmigungen zur Errichtung von WEA immer häufiger die Auflage, die Windenergieanlagen mit einer automatischen Abschaltvorrichtung auszurüsten, um sicherzustellen, dass kein umliegendes Gebäude über die geltenden Richtwerte hinaus durch Schattenwurf belästigt wird. Das verwendete Schattenwurfmodul bietet die technische Lösung zur Einhaltung dieser Auflage.

### 4.2 Funktionsweise

Das System besteht aus einer Mastereinheit und einer projektspezifischen Anzahl von Lichtsensoren. In der Mastereinheit werden alle projektspezifischen Daten wie die Koordinaten der WEA, umliegender Gebäude sowie zulässige Schattenwurfzeiten hinterlegt.

Der Lichtsensor des Schattenwurfmoduls misst periodisch die Intensität der Sonnenstrahlung. Durch die Messergebnisse kann beurteilt werden, ob die direkte Sonnenstrahlung ausreichend hoch ist, damit Schattenwurfeffekte auftreten können.

Zeitgleich berechnet die Mastereinheit zur Laufzeit, ob an einem der hinterlegten Immissionsorte (IO) Schattenwurf möglich ist, kommuniziert mit der angeschlossenen Sensorik und fragt die aktuellen Betriebsdaten der WEA ab. Wird für einen IO bei ausreichender, direkter Strahlung Schattenwurf errechnet, werden die Zähler für die tägliche und die jährliche Schattenwurfbelastung aktualisiert. Wird einer der eingestellten Grenzwerte überschritten, wird die verursachende WEA für die Dauer des Schattenwurfs ausgeschaltet. Hierzu sendet die Mastereinheit Stopp- und Startkommandos über das Parknetzwerk an die WEA und protokolliert das Ereignis.

Da für die Berechnungen eine genaue Uhrzeit notwendig ist, verfügt der Lichtsensor über ein integriertes GPS-Modul.

Dokument: eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev4.docx  
Projekt: Beschreibung des Schattenwurfmoduls für Windkraftanlagen  
Dokumentenbezeichnung/Klassifikation: vertraulich  
Autor: Mirko Thiel, Prüfer: Alexander Gerds

Revision: 4



Datum: 17.01.2020

Seite 4 von 5

### 4.3 Planerische Informationen

Die genehmigenden Behörden fordern in der Regel die Einhaltung von täglichen und jährlichen Schattenwurfgrenzwerten an den umliegenden Gebäuden von Windparks. Ein Schattenwurfmodul kann bis zu 100 WEA überwachen und dabei bis zu 2000 Gebäude überwachen. Die Gebäude werden durch Koordinaten von Wänden und Flächen abgebildet.

Die Mastereinheit protokolliert die rechnerisch möglichen und die tatsächlich aufgetretenen Schattenwurfzeiten an den überwachten Immissionsorten, die Abschaltzeiten der WEA sowie Sonnenaufgang und –untergang auf einem nicht flüchtigen Speichermedium. Neben den Tages- und Jahreszählerständen der Immissionsorte werden dabei auch die aktuellen Betriebsdaten der WEA und die Beleuchtungsstärke gespeichert. Die Protokolle können als PDF- oder CSV-Dokument zum Nachweis gegenüber der Genehmigungsbehörde ausgelesen werden.

Zur Ansteuerung der WEA muss die Mastereinheit in das parkinterne Kommunikationsnetz (via Fernmeldekabel- oder Lichtwellenleiternetz) integriert werden. Hierzu wird die Mastereinheit vorzugsweise in der Master-WEA oder Kundenübergabestation (KÜS) verbaut und an einen vorhandenen Netzwerkschalter angeschlossen. Die Mastereinheit muss mit dem Lichtsensor kommunizieren, daher ist dieser ebenfalls in das Parknetzwerk zu integrieren.

## 5 Installation

Die Mastereinheit des Schattenwurfmoduls wird entweder auf dem Stack im Turmfuß der Master-WEA, in der KÜS aufgestellt oder in den Schaltschrank der Towerbase der Master-WEA integriert. Zur Versorgung der Mastereinheit wird bei gekapselter Schaltschrankmontage eine 230VAC-Spannungsquelle benötigt. Bei Integration in den Schaltschrank der Towerbase wird eine 24VDC-Spannungsquelle benötigt.

Zur Bereitstellung der seitens Mastereinheit benötigten Betriebsdaten wie z.B. die Gondelposition, Rotordrehzahl, Windgeschwindigkeit oder Außentemperatur jeder zu schaltenden WEA wird an einer WEA eine Schnittstelle (Modbus-TCP) bereitgestellt. Die Montage des Lichtsensors erfolgt mit Hilfe eines Halters außen direkt am Wettermast auf dem Maschinenhaus zur Minimierung der Abschattung durch Hindernisse. Die Kabel sind über entsprechende PG-Verschraubungen in das Innere des Maschinenhauses zu führen. Die Installation ist bei Inbetriebnahme mittels Schalttest abzuschließen und mit einem IBN-Protokoll zu dokumentieren.

Dokument: eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev4.docx  
Projekt: Beschreibung des Schattenwurfmoduls für Windkraftanlagen  
Dokumentenbezeichnung/Klassifikation: vertraulich  
Autor: Mirko Thiel, Prüfer: Alexander Gerds

Revision: 4



Datum: 17.01.2020

Seite 5 von 5