

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| Datum: 31.03.2017 | <b>Schattenwurfmodul</b><br>eno_wtg_Schattenwurfmodul_de_rev2.docx |  |
|-------------------|--|---|

Für die Windenergieanlage (WEA)  
**gültig für alle Windenergieanlagen  
der eno energy systems GmbH**


eno energy systems GmbH  
Swienschuhlenstraße 5  
18145 Rostock  
Tel.: (+49) (0)381 203792-0  
Fax.: (+49) (0)381 203792-101  
info@eno-energy.com  
www.eno-energy.com

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Revision</b> | 2                                      |
| <b>Dokument</b> | eno_wtg_Schattenwurfmodul_de_rev2.docx |

|                         |                              |   |
|-------------------------|------------------------------|---|
| Autor: Henri Wasnick    | Bearbeiter: Philipp Pohlmann | Freigabe: Robin Ahrens  |
|                         |                              | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <b>GENEHMIGT</b><br/> <i>Von Robin Ahrens , 16:33, 31.03.2017</i> </div> |
| <b>Ort, Datum</b>       | <b>Ort, Datum</b>            | <b>Ort, Datum</b>   |
| Rostock, den 23.03.2010 | Hamburg, den 31.03.2017      | Rostock, den 31.03.2017   |

Technische Änderungen vorbehalten – Keine automatische Aktualisierung

|               |                  |                 |                    |               |
|---------------|------------------|-----------------|--------------------|---------------|
| <b>Autor:</b> | <b>Revision:</b> | <b>WEA-Typ:</b> | <b>Einstufung:</b> | <b>Seite:</b> |
| Henri Wasnick | 2                | eno wtg         |                    | 1 von 5       |

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| Datum: 31.03.2017 | <b>Schattenwurfmodul</b><br>eno_wtg_Schattenwurfmodul_de_rev2.docx |  |
|-------------------|--|---|

**Vermerk zur Aktualisierung**

Das Dokument – *eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev2.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 sicher zustellen, dass er die jeweils aktuelle und gültige Ausgabe des Dokumentes nutzt.

**Schutzvermerk entsprechend ISO 16016**

**Copyright © 2017 eno energy systems GmbH**

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes – *eno\_wtg\_Schattenwurfmodul\_de\_rev2.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.

Technische Änderungen vorbehalten – Keine automatische Aktualisierung

|               |           |          |             |         |
|---------------|-----------|----------|-------------|---------|
| Autor:        | Revision: | WEA-Typ: | Einstufung: | Seite:  |
| Henri Wasnick | 2         | eno wtg  |             | 2 von 5 |

**Änderungsverlauf**

| 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                                    |

**Inhaltsverzeichnis**

|     |                                 |   |
|-----|---------------------------------|---|
| 1   | Gültigkeit .....                | 4 |
| 2   | Einleitung .....                | 4 |
| 3   | Schattenwurf .....              | 4 |
| 3.1 | Grundlagen Schattenwurf .....   | 4 |
| 3.2 | Funktionsweise .....            | 4 |
| 3.3 | Planerische Informationen ..... | 5 |
| 4   | Installation .....              | 5 |

Technische Änderungen vorbehalten – Keine automatische Aktualisierung

|               |           |          |             |         |
|---------------|-----------|----------|-------------|---------|
| Autor:        | Revision: | WEA-Typ: | Einstufung: | Seite:  |
| Henri Wasnick | 2         | eno wtg  |             | 3 von 5 |

## 1 Gültigkeit

Dieses Dokument ist für den (die) folgenden Windenergieanlagentyp(en) der eno energy systems GmbH gültig:

- eno 82 (alle Nabenhöhen)
- eno 92 (alle Nabenhöhen)
- eno 100 (alle Nabenhöhen)
- eno 114 (alle Nabenhöhen)
- eno 126 (alle Nabenhöhen)

## 2 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.

## 3 Schattenwurf

### 3.1 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.

### 3.2 Funktionsweise

Der Strahlungssensor des Schattenwurfmoduls misst periodisch die Intensität der Sonnenstrahlung. Durch die Messergebnisse kann beurteilt werden, ob die direkte Sonnenstrahlung ausreichend hoch ist, damit Schattenwurfeffekten auftreten können. Zeitgleich berechnet das Schattenwurfmodul, ob an einem der Immissionsorte (IO) Schattenwurf möglich ist. Wird für einen IO bei ausreichender, direkter Strahlung Schattenwurf errechnet, werden die Zähler für die tägliche und die jährliche Schattenwurfbelastung im Minutentakt aktualisiert. Wird einer der eingestellten Grenzwerte überschritten, wird die verursachende WEA für die Dauer des Schattenwurfs ausgeschaltet. Da für die Berechnungen eine genaue Uhrzeit notwendig ist, verfügt das Schattenwurfmodul über eine Funkuhr.

Technische Änderungen vorbehalten – Keine automatische Aktualisierung

| Autor:        | Revision: | WEA-Typ: | Einstufung: | Seite:  |
|---------------|-----------|----------|-------------|---------|
| Henri Wasnick | 2         | eno wtg  |             | 4 von 5 |

### 3.3 Planerische Informationen

Ein Schattenwurfmodul kann den Schattenwurf von 50 WEA an bis zu 100 IO überwachen und über ein Jahr protokollieren. Es können bis zu 12 WEA bei Überschreitung der Grenzwerte abgeschaltet werden. Bei mehr als 12 zu schaltenden WEA können mehrere Schattenwurfmodule parallel betrieben werden. Zur Ansteuerung der WEA kann ein parkinternes Fernmeldekabel- oder Lichtwellenleiternetz benutzt werden. Da der Strahlungssensor und die Funkuhr mit dem Schattenwurfmodul elektrisch verbunden werden müssen, ist bei der Aufstellung der WEA einzuplanen, dass ein Kabel von außen in das Innere der WEA verlegt werden muss (z.B. durch ein Leerrohr oder eine Turmbohrung).

## 4 Installation

Das Schattenwurfmodul wird im Turmfuß der WEA mit Standkonsolen aufgestellt. Zur Versorgung des Schaltschranks wird eine 230V-Spannungsquelle benötigt. Für jede zu schaltende WEA wird ein potentialfreier Wechslerkontakt zur Verfügung gestellt. Die Montage des Strahlungssensors und der Funkuhr erfolgt mit Hilfe von VA-Schellen außen direkt am Turm, der so nicht beschädigt und dessen Statik nicht beeinflusst wird. Bei der Auswahl der Position des Strahlungssensors ist besonders darauf zu achten, dass eine Abschattung durch Hindernisse, wie z.B. Baumreihen oder anderer WEA, ausgeschlossen werden kann.

Technische Änderungen vorbehalten – Keine automatische Aktualisierung

| Autor:        | Revision: | WEA-Typ: | Einstufung: | Seite:  |
|---------------|-----------|----------|-------------|---------|
| Henri Wasnick | 2         | eno wtg  |             | 5 von 5 |