

# Technische Dokumentation Windenergieanlagen Alle Turbinentypen

## Vermeidung von Schattenwurf



imagination at work

[www.gepower.com](http://www.gepower.com)

Besuchen Sie uns unter  
<http://renewables.gepower.com>

Alle technischen Daten unterliegen der möglichen Änderung durch fortschreitende technische Entwicklung!

Klassifizierung: öffentliches Dokument

## Urheber- und Verwertungsrechte

Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2016 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und  sind Warenzeichen und Dienstleistungsmarken der General Electric Company.

Andere, in diesem Dokument genannte Unternehmens- oder Produktnamen sind ggf. Warenzeichen bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Unternehmen.



imagination at work

## Inhaltsverzeichnis

1	Abschaltmodul zur Vermeidung von Schattenwurf durch GE Energy Windenergieanlagen (WEAs).....	5
1.1	Allgemeine und Funktionsbeschreibung.....	5



# 1 Abschaltmodul zur Vermeidung von Schattenwurf durch GE Energy Windenergieanlagen (WEAs)

## 1.1 Allgemeine und Funktionsbeschreibung

Bei bestimmten Positionen der Sonne und unter gewissen Wetterbedingungen können sich auf Gebäuden in der Umgebung von WEAs Schlagschatten abzeichnen. Diese Effekte werden durch die direkte Sonneneinstrahlung auf die WEA und ihre Rotorblätter, die das einfallende Sonnenlicht „zerhacken“, verursacht (stroboskopischer Effekt).

Es besteht die Möglichkeit zur Installation eines optionalen 'Abschaltmoduls', das in der Lage ist, die aktuelle astronomische Position der Sonne (Azimut und Winkel) auf der Grundlage der Gauss-Krüger-Koordinaten der WEA, die betroffenen Immissionspunkte gemäß der Schattenwurfprognose sowie das jeweilige Datum und die Uhrzeit solcher Effekte zu berechnen. An Hand dieser Informationen errechnet das Modul, ob Schattenwurf am Immissionspunkt auftreten kann. Wenn diese rechnerische Möglichkeit besteht, verifiziert der meteorologische Sensor (Strahlungssensor), ob die gegebenen Lichtverhältnisse den Schattenwurf tatsächlich zulassen würden. Falls Schattenwurf sowohl vom astronomischen als auch vom meteorologischen Standpunkt aus entstehen kann, wird die WEA angehalten.

### Schattenwurf-bedingte Abschaltzeiten werden durch das SCADA-System der WEA dokumentiert.

Pro Modul können bis zu 100 Immissionspunkte und 38 Anlagen berechnet werden (Vorbelastung), von denen bis zu 12 unabhängig voneinander durch ein einziges Modul geschaltet werden können. Die Anschlüsse zur Ansteuerung der einzelnen WEAs sind vom Kunden beizustellen. Dies beinhaltet auch deren Verkabelung und, bei Lichtwellenleitern, die Verbindung der Kabel bis zum Schattenwurfmodul innerhalb der jeweiligen Anlage.

Alle wichtigen Parameter, wie die WEA-Koordinaten und Immissionspunkt-relevante Auswertungssektoren, **Schattengrenzwerte pro Immissionsort** usw. können jederzeit über die Anlagensteuerung geändert werden. Parametereinstellungen werden ausschließlich von GE Wind vorgenommen und können per Passwort geschützt werden. Das Schattenwurfmodul wird innerhalb der WEA installiert und ist somit vor atmosphärischen Einflüssen ebenso wie vor Manipulationen und Beschädigungen durch Fremdarbeiter geschützt. Der 'Strahlungssensor' wird in ca. 2,5 m Höhe und in mindestens 2 m Abstand vom Turm in südlicher Richtung an der WEA installiert. Dieser Sensor dient lediglich dazu, die Stärke der Sonnenstrahlung auszuwerten, jedoch nicht ihre Richtung. Sein erfolgreicher Betrieb ist somit auch dann gewährleistet, wenn die Sensorposition etwas von der vorgegebenen Richtung abweicht.

## Windpark Alfstedt



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

Herstellerunterlagen:

5.1.1 - Vermeidung von Schattenwurf

5.1.2 - Schattenwurfmodul Version 3 Kurzinformation

Siehe auch:

Kapitel 4: Abschnitt 4.6 - Schallschutzgutachten

Kapitel 4: Abschnitt 4.7 - Schattenwurfgutachten

# Schattenwurfmodul

## Version 3

### Kurzinformation



NORTHTEC GMBH

WINDTEST  
Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH



## Schattenwurfproblematik

Der Betrieb von Windenergieanlagen 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 Windenergieanlagen (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 hier vorgestellte Schattenwurfmodul bietet die technische Lösung zur Einhaltung dieser Auflage.

### 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 Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfs ausgeschaltet.

Da für die Berechnungen eine genaue Uhrzeit notwendig ist, verfügt das Schattenwurfmodul über eine Funkuhr.

### 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).

### Programmierung

Zur Programmierung des Schattenwurfmoduls werden die Standortkoordinaten (Gauß-Krüger) der WEA und der zu überwachenden IO benötigt (siehe Anhang A). IO können durch mehrere Wände und Flächen beschrieben werden. Für jeden IO können separate Tages- und Jahresgrenzwerte definiert werden. Sämtliche Daten können über die Tastatur den aktuellen Gegebenheiten angepasst werden. Durch das Einrichten eines Passwortes kann ein

unberechtigter Zugriff auf die Daten verhindert werden.

### Hinweis:

**Es wird kein Kalender über die Abschaltzeiten benötigt.**

### Protokollfunktion (optional)

Das Schattenwurfmodul protokolliert über mindestens ein Jahr relevante Schattenwureignisse (siehe Anhang B). Jeder Protokolleintrag wird mit einem Zeitstempel versehen. Die Protokoll Daten können mit dem Programm „Shadow-Memory“ über die serielle Schnittstelle des Schattenwurfmoduls abgerufen werden. Die Protokolle können nicht manipuliert werden.

### Schalloption

Die Schalloption des Schattenwurfmoduls ermöglicht es, die WEA für vorgegebene Zeiträume abzuschalten. Die Zeiträume können sich auf bestimmte Wochentage oder Daten beziehen und können für jede WEA unterschiedlich definiert werden.

### 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 (Bild 1). 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.



Bild 1: Sensor am Turm einer WEA



## Anhang A: Konfigurationsdaten

### Beispiel für einen IO mit einer relevanten Hauswand und einer Terrassenfläche

#### Allgemeine Daten

Höhe über Normal Null: 45 m  
 Maximale Schattenwurfdauer pro Tag: 30 min.  
 Maximale Schattenwurfdauer pro Jahr: 480 min.

#### Beschreibung der Hauswand

x-Eckkoordinate 1: 350 7685  
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637  
 x-Eckkoordinate 2: 350 7695  
 y-Eckkoordinate 2: 597 4639  
 Höhe: 3 m  
 Ausrichtung: Süden

#### Beschreibung der Terrassenfläche

x-Eckkoordinate 1: 350 7685  
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637  
 x-Eckkoordinate 2: 350 7690  
 y-Eckkoordinate 2: 597 4638  
 x-Eckkoordinate 3: 350 7692  
 y-Eckkoordinate 3: 597 4632  
 x-Eckkoordinate 4: 350 7687  
 y-Eckkoordinate 4: 597 4630

### Beispiel für eine WEA

Nabenhöhe: 100 m  
 Rotorradius: 35 m  
 Höhe über Normal Null: 48 m  
 x-Koordinate: 350 7745  
 y-Koordinate: 597 4229

## Anhang B: Beispiel einer Protokollsequenz

Eintrag	Datum	Uhrzeit	IO	WEA	Tageszähler	Jahreszähler	Ereignis
1	04.02.2003	14.40.23	2	1	0 min	34 min	theoretischer Schattenwurf
2	04.02.2003	14.45.29	2	1	0 min	34 min	Schattenwurf
3	04.02.2003	14.48.20	2	1	3 min	37 min	theoretischer Schattenwurf
4	04.02.2003	14.50.54	2	1	3 min	37 min	Schattenwurf
5	04.02.2003	15.17.57	2	1	30 min	64 min	Stop WEA
7	04.02.2003	15.27.30	2	1	30 min	64 min	Ende Schattenwurf
8	04.02.2003	15.28.44	2	1	30 min	64 min	Start WEA
9	04.02.2003	16.15.54	5	2	0 min	325 min	Schattenwurf
10	04.02.2003	16.22.32	5	2	6 min	331 min	Ende Schattenwurf

Erläuterungen:

IO: Immissionsort (Gebäude)  
 WEA: Windenergieanlage  
 Stop WEA: die benannte WEA wurde vom Schattenwurfmodul abgeschaltet  
 Start WEA: die benannte WEA wurde wieder freigegeben  
 theoretischer Schattenwurf: am benannten IO kommt es rechnerisch durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist aber nicht ausreichend  
 Schattenwurf: am benannten IO kommt es tatsächlich durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist ausreichend

## Technische Daten des Schattenwurfmoduls

Betriebstemperatur: -20°C ... 50°C  
Schutzklasse: IP 65

### Schaltschrank mit Modul

Abmessungen: 500 x 500 x 310 mm (H x B x T)  
Gewicht: ca. 23 kg  
Versorgungsspannung: 230 V AC  
Max. Leistungsaufnahme: 30 W  
Schaltausgänge: potentialfreie Wechslerkontakte, max. 12 Stück  
Max. Schaltspannung: 60 V/AC, 125 V/DC  
Max. Schaltleistung: 62,5 VA / 30 W

### Strahlungssensor

Abmessungen: 80 x 65 x 80 mm (H x B x T)  
Gewicht: ca. 11 kg inkl. Ausleger  
Länge des Auslegers: 1,5 m  
Versorgungsspannung: 15 V DC (Netzteil im Schaltschrank eingebaut)

### Funkuhr

Abmessungen: 90 x 90 x 50 mm (H x B x T)  
Gewicht: ca. 800g  
Versorgungsspannung: 15 V DC (Netzteil im Schaltschrank eingebaut)

## Entwicklung und Vertrieb

WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH  
Sommerdeich 14 b  
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog  
Tel: 04856 901 - 0  
Fax: 04856 901 - 99  
swm@windtest.de

## Support, Installation, Wartung und Standortvermessung

NORTHTEC GMBH  
Horsbeker Weg 2  
24980 Schafflund  
Tel: 04639 782 046  
Fax: 04639 782 3030  
swm@northtec.de