

# Technische Beschreibung

**ENERCON Windenergieanlagen**  
**Anlagensicherheit**

**Herausgeber** ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland  
 Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109  
 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de  
 Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Nicole Fritsch-Nehring  
 Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411  
 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

**Urheberrechtshinweis** Die Inhalte dieses Dokumentes sind urheberrechtlich durch das deutsche Urheberrechtsgesetz sowie durch internationale Verträge geschützt.

Sämtliche Urheberrechte an den Inhalten dieses Dokumentes liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Urheber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Dem Nutzer werden durch die Bereitstellung der Inhalte keine gewerblichen Schutzrechte, Nutzungsrechte oder sonstigen Rechte eingeräumt oder vorbehalten. Dem Nutzer ist es untersagt, für das Know-how oder Teile davon Rechte gleich welcher Art anzumelden.

Die Weitergabe, Überlassung und sonstige Verbreitung der Inhalte dieses Dokumentes an Dritte, die Anfertigung von Kopien, Abschriften und sonstigen Reproduktionen sowie die Verwertung und sonstige Nutzung sind – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung des Urhebers untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Verstöße gegen das Urheberrecht sind rechtswidrig, gem. §§ 106 ff. Urheberrechtsgesetz strafbar und gewähren den Trägern der Urheberrechte Ansprüche auf Unterlassung und Schadensersatz.

**Geschützte Marken** Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

**Änderungsvorbehalt** Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

#### Dokumentinformation

|                    |                  |            |                                 |
|--------------------|------------------|------------|---------------------------------|
| <b>Dokument-ID</b> | D0248369-1b      |            |                                 |
| <b>Vermerk</b>     | Originaldokument |            |                                 |
| <b>Datum</b>       | <b>Sprache</b>   | <b>DCC</b> | <b>Werk / Abteilung</b>         |
| 2015-06-30         | de               | DA         | WRD GmbH / Technische Redaktion |

## Inhaltsverzeichnis

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Einleitung .....                              | 4  |
| 2 | Sicherheitseinrichtungen .....                | 5  |
| 3 | Sensorensystem .....                          | 6  |
| 4 | Sicheres Anhalten der Windenergieanlage ..... | 9  |
| 5 | Fernüberwachung .....                         | 10 |
| 6 | Wartung .....                                 | 11 |

## 1 Einleitung

ENERCON Windenergieanlagen der aktuellen Produktpalette verfügen über eine Vielzahl von sicherheitstechnischen Einrichtungen, die dazu dienen, die Anlagen dauerhaft in einem sicheren Betriebsbereich zu halten.

Organisatorische Maßnahmen, wie regelmäßige, protokollierte Wartungsarbeiten, tragen ebenfalls zu einem zuverlässigen, sicheren Betrieb der Windenergieanlagen bei.

Neben Komponenten, die ein sicheres Anhalten der Windenergieanlagen gewährleisten, zählt zu den sicherheitstechnischen Einrichtungen ein komplexes Sensorsystem. Dieses erfasst ständig alle relevanten Betriebszustände und stellt die entsprechenden Informationen über das Fernüberwachungssystem ENERCON SCADA System bereit.

Bewegen sich sicherheitsrelevante Betriebsparameter außerhalb eines zulässigen Bereichs, werden die Windenergieanlagen mit reduzierter Leistung weiterbetrieben oder angehalten.

Im Folgenden werden die wesentlichen sicherheitstechnischen Einrichtungen der ENERCON Windenergieanlagen sowie organisatorische Maßnahmen zur Erhöhung der Anlagensicherheit näher beschrieben.

Weitere Dokumente zu sicherheitsrelevanten Themen, wie Blitzschutz, Brandschutz, Eiserkennung und Notstromversorgung, sind auf Anfrage verfügbar.

## 2 Sicherheitseinrichtungen

### Not-Halt-Taster

ENERCON Windenergieanlagen verfügen über mehrere Not-Halt-Taster. Bei Betätigung eines Not-Halt-Tasters werden die Rotorblätter verstellt und der Rotor der Windenergieanlage wird angehalten.

Die Not-Halt-Taster schalten die Windenergieanlage nur teilweise spannungsfrei. Einige sicherheitsrelevante Baugruppen der Windenergieanlage werden auch nach Betätigung eines Not-Halt-Tasters weiterhin mit Spannung versorgt.

### Hauptschalter

Am Steuerschrank der ENERCON Windenergieanlage befindet sich ein Hauptschalter mit dem nahezu alle Komponenten der Anlage spannungsfrei geschaltet werden können.

Ein zweiter Hauptschalter, der die meisten Komponenten in der Gondel spannungsfrei schaltet, befindet sich am Gondelsteuerschrank.

Der Mittelspannungsbereich, die angeschlossenen Stromschienen und die mit diesen direkt oder über die Niederspannungsverteilung verbundenen Schaltschrankeingänge werden von beiden Hauptschaltern nicht beeinflusst.

### 3 Sensorensystem

Eine Vielzahl von Sensoren erfasst laufend den aktuellen Zustand der Windenergieanlage und die relevanten Umgebungsparameter. Die Anlagensteuerung wertet die Signale aus und steuert die Windenergieanlage stets so, dass die aktuell verfügbare Windenergie optimal ausgenutzt wird und dabei die Sicherheit des Betriebs gewährleistet ist.

#### Redundante Sensoren

Um eine Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der gemeldeten Werte zu ermöglichen, sind für einige Betriebszustände (z.B. für die Messung der Temperatur im Generator) mehr Sensoren eingebaut als eigentlich notwendig wären. Ein defekter Sensor wird zuverlässig erkannt und kann durch die Aktivierung eines Reservesensors ersetzt werden. Die Windenergieanlage kann dadurch in der Regel ohne den Austausch größerer Komponenten sicher weiter betrieben werden.

#### Kontrolle der Sensoren

Die Funktionstüchtigkeit aller Sensoren wird entweder im laufenden Betrieb regelmäßig durch die Anlagensteuerung selbst oder, wo dies nicht möglich ist, im Zuge der Anlagenwartung kontrolliert.

#### Drehzahlüberwachung

Die Anlagensteuerung der ENERCON Windenergieanlage regelt durch Verstellung des Blattwinkels die Rotordrehzahl so, dass die Nenn Drehzahl auch bei sehr starkem Wind nicht nennenswert überschritten wird. Auf plötzlich eintretende Ereignisse, wie z.B. eine starke Windböe oder eine schlagartige Verringerung der Generatorlast, kann die Blattverstellung jedoch unter Umständen nicht schnell genug reagieren. Wenn dann die Nenn Drehzahl um mehr als ca. 15 % überschritten wird, hält die Anlagensteuerung den Rotor an. Nach drei Minuten unternimmt die Windenergieanlage automatisch einen neuen Startversuch. Ist diese Störung innerhalb von 24 Stunden fünfmal aufgetreten, wird ein Defekt vermutet. Es wird kein weiterer Startversuch unternommen.

Zusätzlich zur elektronischen Überwachung ist ein elektromechanischer Überdrehzahl-schalter (Fliehkraftschalter) Teil jeder Blattverstelleinheit. Jeder einzelne dieser Schalter kann die Windenergieanlage per Notverstellung anhalten. Die Schalter lösen aus, wenn die Nenn Drehzahl des Rotors um mehr als 25 % überschritten wird. Für den Neustart der Windenergieanlage müssen die Überdrehzahl-schalter manuell zurückgesetzt werden, nachdem die Ursache für die Überdrehzahl gefunden und beseitigt wurde.

### **Luftspaltüberwachung**

Die Breite des Luftspalts zwischen Rotor und Stator des Ringgenerators wird mithilfe von Mikroschaltern, verteilt über den Rotorumfang, überwacht. Löst einer der Schalter wegen Unterschreitung des Mindestabstands aus, wird die Windenergieanlage angehalten und nach kurzer Zeit neu gestartet.

Tritt diese Störung innerhalb von 24 Stunden noch einmal auf, bleibt die Windenergieanlage angehalten, bis die Ursache beseitigt wurde.

### **Schwingungsüberwachung**

Die Schwingungsüberwachung erkennt zu starke Vibrationen und Schwingungen bzw. Auslenkungen der Turmspitze der Windenergieanlage.

Sensoren erfassen die Beschleunigungen der Gondel in Richtung der Nabenachse (Längsschwingung) und quer dazu (Querschwingung). Die Anlagensteuerung berechnet daraus laufend die Auslenkung des Turms gegenüber der Ruheposition.

Zudem werden Vibrationen in Abhängigkeit vom Steuerungstyp der Windenergieanlage entweder über eine in der Schwingungsüberwachung integrierte Funktion oder über einen separaten Vibrationswächter erkannt.

Überschreiten Schwingungen bzw. Auslenkungen das zulässige Maß, hält die Windenergieanlage an. Nach kurzer Zeit erfolgt ein automatischer Neustart.

Werden unzulässige Vibrationen erkannt oder treten unzulässige Turmschwingungen mehrfach auf, hält die Windenergieanlage an und unternimmt keinen erneuten Startversuch.

### **Temperaturüberwachung**

Einige Komponenten der ENERCON Windenergieanlage werden gekühlt. Zudem messen Temperatursensoren kontinuierlich die Temperatur an Anlagenkomponenten, die vor hohen Temperaturen geschützt werden müssen.

Bei zu hohen Temperaturen wird die Leistung der Windenergieanlage reduziert, gegebenenfalls wird sie angehalten. Die Anlage kühlt ab und läuft im Allgemeinen automatisch wieder an, sobald eine vorgegebene Grenztemperatur unterschritten wird.

Einige Messpunkte sind zusätzlich mit Übertemperaturschaltern ausgerüstet. Diese veranlassen ebenfalls ein Anhalten der Windenergieanlage, jedoch ohne automatischen Wiederanlauf nach Abkühlung, wenn die Temperatur einen bestimmten Grenzwert überschreitet.

Einige Baugruppen, z. B. die Energiespeicher der Blattverstellereinheiten und der Generator, werden bei zu niedrigen Temperaturen gewärmt, um sie betriebsbereit zu halten.

### **Gondelinterne Geräuschüberwachung**

Im Rotorkopf befinden sich Sensoren, die auf laute Schlaggeräusche, etwa durch lose oder defekte Komponenten, reagieren. Die Windenergieanlage wird angehalten, wenn einer der Sensoren Geräusche meldet und kein Hinweis auf andere Ursachen vorliegt.

Um äußere Ursachen für Geräusche, v. a. Hagelschlag bei Gewitter, auszuschließen, werden die Meldungen aller Windenergieanlagen in einem Windpark miteinander verglichen. Bei Einzelanlagen wird zusätzlich ein Gondelgeräuschsensor genutzt. Wenn die Sensoren mehrerer Anlagen oder der Gondelgeräuschsensor gleichzeitig Geräusche melden, werden äußere Ursachen vermutet. Die Geräuschsensoren werden für einen kurzen Zeitraum deaktiviert, so dass keine Windenergieanlage im Windpark angehalten wird.

### **Überwachung der Kabelverdrillung**

Sollte sich die Gondel der Windenergieanlage bis zu dreimal um die eigene Achse gedreht und die im Turm hinabgeführten Kabel verdrillt haben, nutzt die Steuerung der Windenergieanlage die nächste Gelegenheit, um die Kabel automatisch zu entdrillen.

Die Überwachung der Kabelverdrillung verfügt über eine Sensorik, die bei einer Überschreitung des zulässigen Stellbereichs die Stromversorgung der Azimutmotoren unterbricht.



## 4 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage

### Anhalten durch Rotorblattverstellung

Die ENERCON Windenergieanlage kann durch manuellen Eingriff oder automatisch durch die Anlagensteuerung angehalten werden.

Jedes Rotorblatt ist dazu mit einer Blattverstelleinheit ausgestattet. Die Blattverstelleinheit besteht aus einer Steuerung, einer Antriebseinheit und einem Energiespeicher.

Durch die Blattverstelleinheit wird die Stellung der Rotorblätter zum Wind gesteuert. Bei einer nicht sicherheitsrelevanten Störung werden die Rotorblätter über die Steuerung der Windenergieanlage aus dem Wind gedreht, worauf der Rotor der Windenergieanlage anhält.

### Notverstellung

Der Energiespeicher der Blattverstelleinheit hat die für eine Notverstellung nötige Energie gespeichert und wird während des Anlagenbetriebs im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet. Bei einer Notverstellung werden die Antriebseinheiten vom zugehörigen Energiespeicher mit Energie versorgt. Die Rotorblätter fahren ungesteuert und voneinander unabhängig in eine Stellung, in der sie keinen Auftrieb erzeugen, die sogenannte Fahnenstellung.

Da die drei Blattverstelleinheiten sich sowohl gegenseitig kontrollieren als auch unabhängig voneinander funktionieren, können beim Ausfall einer Komponente die verbliebenen Blattverstelleinheiten weiterhin arbeiten und den Rotor anhalten.

## 5 Fernüberwachung

Standardmäßig sind alle ENERCON Windenergieanlagen über das ENERCON SCADA System (Supervisory Control and Data Acquisition) mit der regionalen Serviceniederlassung verbunden. Diese kann jederzeit die Betriebsdaten von jeder Windenergieanlage abrufen und ggf. sofort auf Auffälligkeiten und Störungen reagieren.

Auch alle Statusmeldungen gehen über das ENERCON SCADA System an eine Serviceniederlassung und werden dort dauerhaft gespeichert. Nur so ist gewährleistet, dass alle Erfahrungen aus dem praktischen Langzeitbetrieb in die Weiterentwicklung der ENERCON Windenergieanlagen einfließen können.

Die Anbindung der einzelnen Windenergieanlagen läuft über einen speziell dafür vorgesehenen Personal Computer (ENERCON SCADA Server), der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein ENERCON SCADA Server installiert.

Das ENERCON SCADA System, seine Eigenschaften und seine Bedienung sind in separaten Dokumenten beschrieben.

Auf Wunsch des Betreibers kann die Überwachung der Windenergieanlagen von einer anderen Stelle übernommen werden.

## 6 **Wartung**

Um den dauerhaft sicheren und optimalen Betrieb der Windenergieanlagen sicherzustellen, müssen diese in regelmäßigen Abständen gewartet werden.

ENERCON Windenergieanlagen werden regelmäßig, je nach Anforderung mindestens einmal jährlich, gewartet. Dabei werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. Blattverstellung, Windnachführung, Sicherheitssysteme, Blitzschutzsystem, Anschlagpunkte und Sicherheitssteigleiter. Die Schraubverbindungen an den tragenden Verbindungen (Hauptstrang) werden geprüft.

Alle weiteren Komponenten werden einer Sichtprüfung unterzogen, bei der Auffälligkeiten und Schäden festgestellt werden. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt.

