

# Technische Beschreibung

Anlagensicherheit

ENERCON Windenergieanlagen

**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: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy  
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411  
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

**Urheberrechtshinweis** Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

**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>	D0248369/3.3-de
<b>Vermerk</b>	Originaldokument

<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2024-04-22	de	DB	WRD Wobben Research and Development GmbH / Documentation Department

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
2	Sicheres Anhalten der Windenergieanlage .....	4
3	Sicherheitseinrichtungen .....	4
4	Fernüberwachung .....	6
5	Wartung .....	7

## 1 Einleitung

Die Windenergieanlage verfügt über eine Vielzahl von Sicherheitseinrichtungen, die dazu dienen, die Windenergieanlage dauerhaft in einem sicheren Betriebsbereich zu halten.

Neben Komponenten, die ein sicheres Anhalten der Windenergieanlage gewährleisten, zählt zu den Sicherheitseinrichtungen ein komplexes Sensorsystem. Dieses erfasst ständig alle relevanten Betriebszustände und stellt die entsprechenden Informationen über ein Fernüberwachungssystem von ENERCON bereit. Bewegen sich sicherheitsrelevante Betriebsparameter außerhalb des Normalbereichs, versucht die Windenergieanlage, in den Normalbereich zurückzukehren. Überschreiten die sicherheitsrelevanten Betriebsparameter die Sicherheitsgrenzen, hält die Windenergieanlage an.

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

Dieses Dokument beschreibt die wesentlichen Sicherheitseinrichtungen der Windenergieanlage sowie organisatorische Maßnahmen.

## 2 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage

Die Windenergieanlage ist mit einem Blattverstellungssystem ausgestattet. Das Blattverstellungssystem steuert die Stellung der Rotorblätter zum Wind.

Die Windenergieanlage kann automatisch oder durch manuellen Eingriff angehalten werden. Der Rotor der Windenergieanlage hält an, indem die Windenergieanlage die Rotorblätter aus dem Wind dreht.

Bei schwerwiegenderen Störungen wird eine Notverstellung der Rotorblätter eingeleitet. Bei einer Notverstellung werden die Rotorblätter schnellstmöglich und unabhängig voneinander aus dem Wind gedreht. Energiespeicher im Rotor ermöglichen Notverstellungen auch bei Netzausfällen. Die Energiespeicher werden während des Betriebs der Windenergieanlage stets im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet.

## 3 Sicherheitseinrichtungen

Eine Vielzahl von Sensoren erfasst laufend den aktuellen Zustand der Windenergieanlage und die relevanten Umgebungsparameter. Die entsprechenden Informationen stellt das Sensorsystem über ein Fernüberwachungssystem bereit. Die Steuerung der Windenergieanlage wertet die Signale aus und steuert die Windenergieanlage so, dass die aktuell verfügbare Windenergie optimal ausgenutzt wird und dabei die Sicherheit des Betriebs gewährleistet ist.

### Drehzahlüberwachung

Die Windenergieanlage regelt durch Verstellung des Blattwinkels die Rotordrehzahl so, dass die Nenndrehzahl auch bei sehr starkem Wind nicht nennenswert überschritten wird. Wenn die Nenndrehzahl dennoch um einen festgelegten Wert überschritten wird, hält die Windenergieanlage an. Die Windenergieanlage kann über das Fernüberwachungssystem neu gestartet werden.

Wenn ein Fehler vorliegt, wird die Windenergieanlage durch eine Notverstellung angehalten.

### Schwingungsüberwachung

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

Sensoren erfassen die Beschleunigungen der Gondel in Richtung der Rotornabenachse (Längsschwingung) und quer dazu (Querschwingung). Die Steuerung der Windenergieanlage 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**

Temperatursensoren erfassen kontinuierlich die Temperatur an Komponenten, die vor hohen Temperaturen geschützt werden müssen. Zudem werden einige Komponenten der Windenergieanlage gekühlt.

Wenn die Auslegungstemperaturen der Komponenten erreicht werden, drosselt die Windenergieanlage die Leistung. Bei zu hohen Temperaturen hält die Windenergieanlagen an. Nach dem Abkühlen und der Untersuchung der Ursache kann die Windenergieanlage wieder in Betrieb genommen werden.

### **Überwachung der Kabelverdrillung**

Die Turmkabel haben im oberen Turmbereich so viel Bewegungsspielraum, dass die Gondel nach links und rechts gedreht werden kann, ohne dass die Turmkabel dabei beschädigt werden und überhitzen. Je nach Grad der Verdrillung und Höhe der Windgeschwindigkeit entscheidet die Steuerung der Windenergieanlage, wann die Turmkabel entdrillt werden müssen.

### **Luftspaltüberwachung**

Der Luftspalt zwischen Rotor und Stator des Generators darf eine bestimmte Breite nicht unterschreiten. Der Luftspalt wird durch eine dedizierte Sensorik überwacht. Wenn der Luftspalt einen bestimmten Wert unterschreitet, hält die Windenergieanlage an. Die Windenergieanlage kann neu gestartet werden, sobald die Ursache beseitigt wurde.

### **Rauchschalter (Rauchmelder)**

Rauchschalter befinden sich an relevanten Stellen in der Windenergieanlage. Sie dienen der Erkennung eines Brands in der Windenergieanlage. Sie sind mit einer optischen Raucherkennung und einem zusätzlichen Temperaturfühler ausgestattet. Die Windenergieanlage wird beim Auslösen eines Rauchschaltes vom Stromnetz getrennt und hält an.

### **Automatisches Löschesystem**

Abhängig vom Windenergieanlagentyp sind automatische Löschesysteme optional verfügbar. Ein automatisches Löschesystem besteht aus Branderkennungselementen und Feinsprühdüsen, die über ein Leitungssystem mit einem Löschmittelbehälter verbunden sind. Das automatische Löschesystem ist in bestimmten Schaltschränken in der Gondel verbaut. Durch den Einsatz des automatischen Löschesystems kann die Ausbreitung eines Feuers verhindert werden, indem entstehende Brände umgehend am Brandherd gelöscht werden. Die Windenergieanlage wird beim Auslösen des automatischen Löschesystems vom Stromnetz getrennt und hält an.

### **Not-Halt-Taster**

Not-Halt-Taster sind im Turmfuß und in der Gondel installiert. Bei Betätigung eines Not-Halt-Tasters hält die Windenergieanlage an. Die Windenergieanlage wird teilweise spannungsfrei geschaltet.

### **Transformator-Not-Aus-Taster**

Abhängig vom Windenergieanlagentyp sind Transformator-Not-Aus-Taster im Turmfuß und in der Gondel installiert. Bei Betätigung eines Transformator-Not-Aus-Tasters trennt die Mittelspannungsschaltanlage die Windenergieanlage vom Stromnetz. Die Windenergieanlage wird in einen sicheren Zustand gebracht. Zudem ertönt ein akustisches Warnsignal.

### **Feuerlöscher**

CO<sub>2</sub>-Handfeuerlöscher befinden sich in der Gondel und im Turmfuß der Windenergieanlage. Die Feuerlöscher dienen zur Bekämpfung eines Entstehungsbrands in der Windenergieanlage durch anwesende Personen.

### **Sicherheitstürschloss der Turmeingangstür**

Beim Sicherheitstürschloss der Turmeingangstür handelt es sich um ein Panikschloss. Panikschlösser ermöglichen ein schnelles und einfaches Verlassen der Windenergieanlage im Not- oder Gefahrenfall, auch wenn die Turmeingangstür verschlossen ist.

### **Redundante Sensoren**

Um eine Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der gemeldeten Werte zu ermöglichen, sind für einige Betriebszustände redundante Sensoren eingebaut. Ein defekter Sensor wird zuverlässig erkannt und kann repariert oder durch die Aktivierung eines Reservesensors ersetzt werden. Die Windenergieanlage kann dadurch in der Regel ohne sofortigen Serviceeinsatz sicher weiter betrieben werden.

### **Kontrolle der Sensoren**

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

## **4 Fernüberwachung**

Standardmäßig ist die Windenergieanlage über ein Fernüberwachungssystem (ENERCON SCADA System oder ENERCON SCADA Edge System) mit dem ENERCON Service verbunden. Die Anbindung der Windenergieanlage läuft über den Server des Fernüberwachungssystems, der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein Server installiert.

Der ENERCON Service kann jederzeit die Betriebsdaten der Windenergieanlage abrufen und ggf. sofort auf Auffälligkeiten und Störungen reagieren. Auch alle Statusmeldungen werden über das Fernüberwachungssystem an eine Serviceniederlassung gesendet und dort dauerhaft gespeichert. Nur so ist gewährleistet, dass alle Erfahrungen aus dem praktischen Langzeitbetrieb in die Weiterentwicklung der ENERCON Windenergieanlagen einfließen können. Auf Wunsch des Betreibers kann die Überwachung der Windenergieanlage von einer anderen Stelle übernommen werden.

## 5 **Wartung**

Um den dauerhaft sicheren und optimalen Betrieb der Windenergieanlage sicherzustellen, wird die Windenergieanlage regelmäßig, je nach Anforderung mindestens einmal jährlich, gewartet.

Dabei werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. das Blattverstellungssystem, die Windnachführung, die Sicherheitssysteme, das Blitzschutzsystem, die Anschlagpunkte zur Personensicherung und die Sicherheitssteigleiter. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt. Einzelne Komponenten werden regelmäßig präventiv ausgetauscht, um weiterhin einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.