

# Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlagen  
Sturmregelung

**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 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>	D0178786-4		
<b>Vermerk</b>	Originaldokument		
<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2016-02-18	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

## Inhaltsverzeichnis

1	ENERCON Sturmregelung .....	4
1.1	Verhalten der Windenergieanlage bei deaktivierter Sturmregelung .....	4
1.2	Verhalten der Windenergieanlage bei aktivierter Sturmregelung .....	5
2	Windgeschwindigkeiten der ENERCON Sturmregelung .....	6

# 1 ENERCON Sturmregelung

ENERCON Windenergieanlagen werden mit einer speziellen Sturmregelung betrieben. Diese ermöglicht einen abgeregelten Anlagenbetrieb bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten ohne übliche Haltevorgänge, die zu beträchtlichen Ertragsverlusten führen würden.

Zudem hat die Sturmregelung einen positiven Einfluss auf die Stabilität des elektrischen Netzes, da die Windenergieanlagen die Leistungseinspeisung allmählich reduzieren und nicht abrupt einstellen.

## 1.1 Verhalten der Windenergieanlage bei deaktivierter Sturmregelung

Bei deaktivierter Sturmregelung hält die Windenergieanlage an, wenn die Windgeschwindigkeit im 3-Minuten-Mittelwert bei 25 m/s oder im 15-Sekunden-Mittelwert bei 30 m/s liegt. Diese Grenzen können bei Bedarf in der Anlagensteuerung geändert werden. Aus Gründen des Eigenschutzes der Windenergieanlage sind einer Erhöhung der Abschaltwindgeschwindigkeiten jedoch enge Grenzen gesetzt.

Die Windenergieanlage startet wieder, sobald die entsprechenden Bedingungen für eine Dauer von 10 Minuten (Standardeinstellung) nicht mehr ermittelt wurden. Dieser Zeitraum kann bei Bedarf in der Anlagensteuerung angepasst werden.

## 1.2 Verhalten der Windenergieanlage bei aktivierter Sturmregelung

Bei aktivierter Sturmregelung wird ab einer für jeden Anlagentyp definierten Windgeschwindigkeit die Drehzahl linear reduziert, bis sie bei ca. 42 m/s auf die Trudeldrehzahl abgefallen ist. Die Mittelungszeit der Windgeschwindigkeit beträgt 12 s. Bei positiven Böen, die mehr als 3 m/s (Sekundenmittel) über dem 12-Sekunden-Mittelwert liegen, wird der 12-Sekunden-Mittelwert spontan an den Sekundenmittelwert angepasst.

Die Abregelung der Drehzahl hat ab einer anlagentypspezifischen Windgeschwindigkeit ( $V_3$ ) eine Reduzierung der Wirkleistung zur Folge. Die Wirkleistungseinspeisung endet bei einer anlagentypspezifischen Windgeschwindigkeit ( $V_4$ ).

Ab einer Windgeschwindigkeit von 34 m/s (10-Minuten-Mittelwert) schaltet sich die Windenergieanlage ab.

Bei Windenergieanlagen mit Schalenanemometer wird die Sturmregelung bei einer Außentemperatur von  $< 3\text{ °C}$  automatisch deaktiviert.

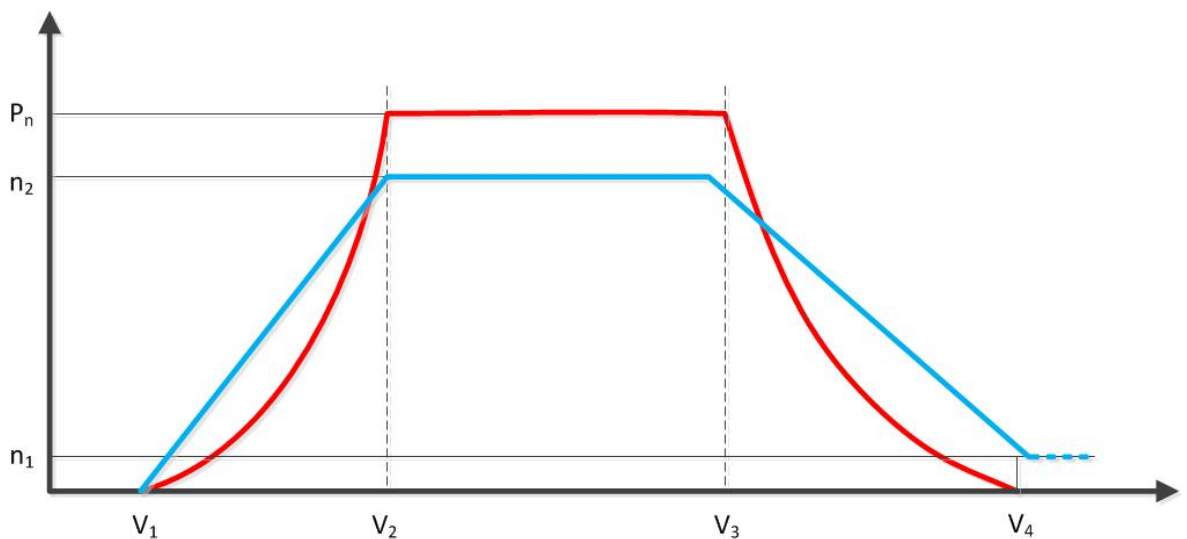


Abb. 1: Kennlinie bei aktivierter Sturmregelung (Beispiel)

$V_1$	Einschaltwindgeschwindigkeit	—	Drehzahl $n$
$V_2$	Nennwindgeschwindigkeit	—	Wirkleistung $P$
$V_3$	Beginn der Leistungsreduzierung	$n_1$	Trudeldrehzahl
$V_4$	Ende der Wirkleistungseinspeisung	$n_2$	Nennzahl bei Nennleistung
		$P_n$	Nennleistung

## 2 Windgeschwindigkeiten der ENERCON Sturmregelung

Die Mittelungszeit für die Windgeschwindigkeit Leistungsreduzierung ( $V_3$ ) beträgt 12 s, bei Böen (+3 m/s) 1 s. Die angegebenen Werte sind somit als Momentanwerte zu betrachten.

Aufgrund des Einflusses von Turbulenzen und durch schwankende Windgeschwindigkeiten kann sich für 10-Minuten-Mittelwerte abhängig vom Standort und von den vorherrschenden Windverhältnissen ein anderes Bild ergeben, wie aus nachfolgenden Beispielen ersichtlich wird:

Bei einer über 10 Minuten konstanten Windgeschwindigkeit von 28 m/s erzeugt die Windenergieanlage über den gesamten Zeitraum permanent 100 % der Nennleistung. Für den 10-Minuten Mittelwert ergibt sich somit eine Leistungsausbeute von 100 % der Nennleistung.

Liegt dagegen für 5 Minuten eine Windgeschwindigkeit von 32 m/s an, so wird die Leistung für diesen Zeitraum auf etwa  $\frac{1}{3}$  der Nennleistung reduziert. Wenn für weitere 5 Minuten eine Windgeschwindigkeit von 24 m/s anliegt, liefert die Anlage über diesen Zeitraum 100 % der Nennleistung. Für den gesamten Mittelungszeitraum von 10 Minuten ergibt sich somit eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 28 m/s. Die über 10 Minuten gemittelte Leistungsausbeute beträgt jedoch nur etwa 66 % der Nennleistung.

Tab. 1: Windgeschwindigkeits-Kennwerte der Sturmregelung

Anlagentyp	Windgeschwindigkeit Leistungsreduzierung ( $V_3$ )	Windgeschwindigkeit ohne Einspeisung ( $V_4$ )
E-44 (200 kW)	28,50	37,70
E-44 (250 kW)	28,50	37,70
E-44 (500 kW)	28,50	37,70
E-44 (900 kW)	28,50	37,70
E-48 (500 kW)	28,80	38,50
E-48 (800 kW)	28,80	38,50
E-53 (500 kW)	28,60	38,80
E-53 (800 kW)	28,60	38,80
E-70 E4 (1500 kW)	28,70	40,40
E-70 E4 (2300 kW)	28,70	40,40
E-82 E2 (2000 kW)	29,20	41,00
E-82 E2 (2300 kW)	29,00	41,00
E-82 E4 (2350 kW)	in Prüfung	in Prüfung
E-82 E4 (3000 kW)	28,90	41,00
E-92 (2000 kW)	in Prüfung	in Prüfung
E-92 (2350 kW)	28,00	40,00
E-101 (3050 kW)	29,10	39,90
E-101 E2 (3500 kW)	in Prüfung	in Prüfung
E-103 EP2 (2350 kW)	in Prüfung	in Prüfung
E-115 (3000 kW)	28,00	40,00

Anlagentyp	Windgeschwindigkeit Leistungsreduzierung ( $V_3$ )	Windgeschwindigkeit ohne Einspeisung ( $V_4$ )
E-115 E2 (3200 kW)	in Prüfung	in Prüfung
E-126 (7580 kW)	28,80	39,60
E-126 EP4 (4200 kW)	28 m/s*	38 m/s*
E-141 EP4 (4200 kW)	in Prüfung	in Prüfung

\* vorläufige Angaben