

Technisches Datenblatt

General Design Conditions

ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW

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

| | |
|--------------------|------------------|
| Dokument-ID | D1018674/6.0-de |
| Vermerk | Originaldokument |

| Datum | Sprache | DCC | Werk / Abteilung |
|--------------|----------------|------------|---|
| 2023-04-17 | de | DA | WRD Wobben Research and Development GmbH / Documentation Department |

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Übergeordnete Normen und Richtlinien

| Dokument-ID | Dokument |
|------------------|---|
| DIBt 2012 | Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Fassung Oktober 2012, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin |
| DIN EN ISO 12944 | Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme |
| IEC 61400-1:2019 | Wind energy generation systems – Part 1: Design Requirements |

Zugehörige Dokumente

| Dokument-ID | Dokument |
|-------------|---|
| D0160496 | Technische Beschreibung Option Cold Climate |
| D0178786 | Technische Beschreibung Sturmregelung |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 6 |
| 2 | Technische Daten der Windenergieanlage | 7 |
| 3 | Auslegung der Windenergieanlage | 8 |
| 3.1 | Zertifizierte/angestrebte Auslegungsbedingungen | 8 |
| 3.2 | Weitere Anforderungen an den Standort | 10 |
| 3.3 | Einhalten der Auslegungsparameter | 10 |
| 4 | Konfigurationen für extreme Temperaturen | 11 |
| 4.1 | Option Cold Climate | 11 |
| 4.2 | Option Hot Climate | 11 |

Abkürzungsverzeichnis

HST Hybrid-Stahlurm

HT Hybridurm

ST Stahlurm

1 Einleitung

In diesem Dokument sind die wichtigsten Parameter für die konstruktive Auslegung gemäß den offiziell zugrunde gelegten Normen aufgeführt. Darüber hinaus werden die wichtigsten Anforderungen an potentielle Standorte hinsichtlich der Standsicherheit der Windenergieanlage dargestellt.

Die hier aufgeführten Parameter und Werte treffen keine Aussagen zum allgemeinen oder standortspezifischen Leistungsverhalten und/oder zu Schallemissionen der Windenergieanlage. Diese Informationen können einer separaten Dokumentation entnommen werden.

2 Technische Daten der Windenergieanlage

Tab. 1: Turmvarianten

| Ausführung | Turmvariante |
|-----------------|--|
| Hybrid-Stahlurm | E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01 |
| Hybridurm | E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01 |
| Stahlurm | E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01 E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01 |

Tab. 2: Daten

| Parameter | Wert | Einheit |
|---|--------|---------|
| Rotordurchmesser | 138,25 | m |
| Nennwirkleistung | 4260 | kW |
| Einschaltwindgeschwindigkeit | 2 | m/s |
| Nennwindgeschwindigkeit (simulierter Wert, leistungsoptimierter Betrieb) | 13,0 | m/s |
| Beginn der Sturmregelung ¹ (12-s-Mittelwert) | 22 | m/s |
| Abschaltwindgeschwindigkeit ² (10-min-Mittelwert) | 28 | m/s |
| minimale Betriebsdrehzahl ³ | | |
| ■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 | 4,4 | U/min |
| ■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01 | 4,4 | U/min |
| ■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01 | 4,4 | U/min |
| ■ E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01 | 4,4 | U/min |
| ■ E-138 EP3 E3-ST-99-FB-C-01 | 4,4 | U/min |
| Solldrehzahl ⁴ | 11,1 | U/min |
| Auslegungslebensdauer | 25 | Jahre |

¹ Weitere Informationen zur ENERCON Sturmregelung können dem Dokument D0178786 „Technische Beschreibung Sturmregelung“ entnommen werden.

² Bei aktivierter Sturmregelung.

³ Drehzahl, bei der die Einspeisung beginnt.

⁴ Drehzahl, auf die im Vollastbetrieb der Windenergieanlage geregelt wird. Sie liegt etwas über der Nenn-drehzahl, bei der zum ersten Mal die Nennleistung erreicht wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Drehzahl bei kurzzeitigen negativen Schwankungen der Windgeschwindigkeit nicht unter den zum Erreichen der Nennleistung notwendigen Drehzahlbereich abfällt. Bei Böen kann die Drehzahl kurzzeitig über die Solldrehzahl ansteigen.

3 Auslegung der Windenergieanlage

3.1 Zertifizierte/angestrebte Auslegungsbedingungen

Die Windenergieanlage wurde/wird für die folgenden Auslegungsbedingungen der DIBt 2012 und IEC 61400-1:2019 (4th Edition) zertifiziert. Für den vorgesehenen Standort der Windenergieanlage müssen diese Auslegungsbedingungen berücksichtigt werden.

Tab. 3: Zertifizierte/angestrebte Auslegungsbedingungen turmspezifisch

| Parameter | E-138 EP3 E3- ST-81- FB-C-01 | E-138 EP3 E3- ST-99- FB-C-01 | E-138 EP3 E3- HST-111 -FB-C-01 | E-138 EP3 E3- HST-131 -FB-C-01 | E-138 EP3 E3- HT-160- ES-C-01 |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| IEC-Windklasse (4th Edition) | II | II | S | S | III |
| Turbulenzkategorie nach IEC (4th Edition) | A | A | A | A | A |
| DIBt-Windzone/Geländekategorie | WZ S | - | WZ S | WZ S | WZ 2 GK II |
| 50-Jahres-Extremwindgeschwindigkeit in Nabenhöhe (10-min-Mittelwert) nach IEC (4th Edition) in m/s | 42,50 | 42,50 | 37,50 | 37,50 | 37,50 |
| entspricht einem Lastäquivalent von circa (3-s-Böe) in m/s | 59,50 | 59,50 | 52,50 | 52,50 | 52,50 |
| 50-Jahres-Extremwindgeschwindigkeit in Nabenhöhe (10-min-Mittelwert) nach DIBt 2012 in m/s | 42,50 | - | 37,50 | 37,50 | 38,96 |
| Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe nach IEC (4th Edition) in m/s | 8,50 | 8,50 | 7,80 ⁵ | 7,80 ⁵ | 7,50 |
| Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe nach DIBt 2012 in m/s | 8,50 | - | 7,80 ⁵ | 7,80 ⁵ | 7,71 |
| c-Wert des extremen Turbulenzmodells | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Formparameter der Weibull-Funktion k | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Höhenexponent | 0,05 bis 0,2 | 0,05 bis 0,2 | 0,05 bis 0,2 | 0,05 bis 0,2 | 0,05 bis 0,2 |

⁵ Obwohl die Turmkonfiguration für eine verringerte mittlere Windgeschwindigkeit ausgelegt ist, kann die Standorteignung mittels Lastrechnung abhängig von den Standortbedingungen für höhere mittlere Windgeschwindigkeiten nachgewiesen werden. Die Design-Zielgröße ist unter Berücksichtigung einer generischen Windrichtungsverteilung 8,50 m/s.

Tab. 4: Zertifizierte/angestrebte Auslegungsbedingungen allgemein

| Parameter | Wert | |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Turbulenzintensität | Windgeschwindigkeit in Nabhöhe in m/s | Turbulenzintensität in % |
| | 2 | 56,80 |
| | 4 | 34,40 |
| | 6 | 26,93 |
| | 8 | 23,20 |
| | 10 | 20,96 |
| | 12 | 19,47 |
| | 14 | 18,40 |
| | 16 | 17,60 |
| | 18 | 16,98 |
| | 20 | 16,48 |
| | 22 | 16,07 |
| | 24 | 15,73 |
| | 26 | 15,45 |
| 28 | 15,20 | |
| Schräganströmung von unten | 8° | |
| normaler Temperaturbereich | -10 °C bis +40 °C | |
| extremer Temperaturbereich | -20 °C bis +50 °C | |
| relative Luftfeuchte | ≤ 95 % | |
| maximale Sonneneinstrahlung | 1000 W/m ² | |
| Luftdichte | 1,225 kg/m ³ | |

Bei der Berechnung der Lasten (Betriebs- und Extremlasten) wurde ein Sicherheitsfaktor entsprechend der Lastfallgruppe berücksichtigt. Da ENERCON Windenergieanlagen über Sensoren verfügen, die eine Unwucht der Rotorblätter erkennen und die Windenergieanlage ggf. stoppen, muss eine unsymmetrische Vereisung (unterschiedliche Eismassen an den Rotorblättern) nicht berücksichtigt werden.

3.2 Weitere Anforderungen an den Standort

Tab. 5: Weitere Anforderungen an den Standort

| Parameter | Wert |
|--|---|
| Abstand zwischen Windenergieanlagen im Windpark ⁶ | ≥ 5 x Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung (Turbulenzkategorie A) |
| | ≥ 3 x Rotordurchmesser in weniger stark ausgeprägten Windrichtungen (Turbulenzkategorie A) |
| maximale Höhe über dem Meeresspiegel ⁷ | 800 m |
| Überlebenstemperatur ⁸ | -40 °C |
| Standort gemäß Korrosionsschutzklasse | Stahlurm außen: C4, optional C5 (nach DIN EN ISO 12944) |
| | alle inneren, vor direkten Witterungseinflüssen geschützten Komponenten: vergleichbar C3 „hoch“ (nach DIN EN ISO 12944) |

3.3 Einhalten der Auslegungsparameter

Die in diesem Dokument angegebenen Standortbedingungen sind allgemeine Richtwerte. Es ist möglich, die Windenergieanlage auch an Standorten mit abweichenden Bedingungen zu errichten und zu betreiben. Hierfür bedarf es jedoch zusätzlicher projektspezifischer Prüfungen.

Die Windenergieanlage ist mit einer internen Regelungstechnik ausgestattet, die aus verschiedenen Überwachungssensoren und -mechanismen besteht (z. B. Sensoren für Temperatur, Vibrationen, Oszillationen und Lasten). Sollte die Regelungstechnik Abweichungen von akzeptablen Standortbedingungen feststellen, trifft die Hauptsteuerung der Windenergieanlage selbsttätig die entsprechenden Schutzmaßnahmen (z. B. Übergang in einen leistungsreduzierten Betriebsmodus oder Unterbrechung des Betriebs).

⁶ Diese Angaben sind als allgemeine Richtwerte zu betrachten. Der Einfluss des Wake-Effekts muss in jedem Fall projektspezifisch geprüft werden.

⁷ Höhergelegene Standorte sind in der Regel ebenfalls realisierbar; sie bedürfen jedoch einer projektspezifischen Analyse.

⁸ Für Situationen mit eingeschränkter Beanspruchung.

4 Konfigurationen für extreme Temperaturen

4.1 Option Cold Climate

ENERCON bietet für Standorte, an denen im Durchschnitt an mehr als 9 Tagen im Jahr Temperaturen von unter -20 °C auftreten, die Windenergieanlage mit der Option Cold Climate an.

Weitere Informationen zur Option Cold Climate können dem ENERCON Dokument D0160496 „Technische Beschreibung Option Cold Climate“ entnommen werden.

4.2 Option Hot Climate

Auf Anfrage ist für ausgewählte Standorte mit hohen Temperaturen eine Windenergieanlage mit entsprechend modifizierten Bauteilen verfügbar.