

Technische Beschreibung

Montage

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: Hans-Dieter Kettwig
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	D0327950-1		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2019-10-29	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
2	Fundament	5
3	E-Modul.....	6
4	Turm.....	7
	4.1 Hybridturm	7
	4.2 Stahlrohrturm.....	8
	4.3 Modularer Stahlturm (MST).....	9
5	Aufstiegshilfe	10
6	Gondel	11
	6.1 Maschinenhaus.....	11
	6.2 Generator.....	12
	6.3 Rotorkopf.....	13
7	Rotorblätter	14

1 Allgemeines

Dieses Dokument beschreibt das Prinzip der Montage von ENERCON Windenergieanlagen. Das Dokument erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit und dient nicht als Instruktion zur sicheren Montage einer Windenergieanlage.

Dieses Dokument beschreibt auch optionale Komponenten. Je nach Windenergieanlagentyp und gewählter Ausstattung kann die tatsächliche Ausführung von den hier beschriebenen Inhalten abweichen.

Die Abbildungen dienen dem grundsätzlichen Verständnis und können von der tatsächlichen Ausführung abweichen.

Die Montage einer Windenergieanlage erfordert geschultes Fachpersonal mit ausreichender Erfahrung. Fehler bei der Montage können zu lebensgefährlichen Situationen führen oder erhebliche Sachschäden mit sich bringen. Deshalb darf die Montage ausschließlich durch Mitarbeiter von ENERCON oder durch von ENERCON autorisierte Personen erfolgen.

Vor Beginn der Montage müssen die Zuwegung und die Baustellenflächen ausreichend dimensioniert und tragfähig sein. Alle Sicherheitsmaßnahmen wie die Sicherung von Gewässern müssen gewährleistet sein.

Die Montage der Windenergieanlage erfolgt in mehreren Abschnitten. Diese Abschnitte sind der Fundamentbau, ggf. die Tiefgründung und die Montage des Turms, der Gondel und der Rotorblätter. Um die Fertigstellung des Windparks wirtschaftlich und in kurzer Zeit zu ermöglichen, werden je nach Windparkgröße projektbezogene Aufbaukonzepte entwickelt. Somit können viele Arbeitsschritte parallel im Windpark durchgeführt werden.

2 Fundament

Die Ausführung des Fundaments ist von Art und Höhe des Turms und von den lokalen Gegebenheiten abhängig. In allen Fällen erfolgt eine individuelle Erkundung des Untergrunds für jeden vorgesehenen Standort einer Windenergieanlage.



Abb. 1: Schalung und Bewehrung des Fundaments beim Hybridturm

Bei der Herstellung des Fundaments wird zunächst eine Sauberkeitsschicht gegossen. Die Schalung und die Bewehrung werden verlegt. Bei Hybridtürmen sorgt ein Schalungskern dafür, dass ein Hohlraum im Fundament entsteht. Bei Stahltürmen wird je nach Turmbauart ein Bolzenkorb oder eine Fundamentsektion aufgestellt. Darüber kann später der Stahlturm mit dem Fundament verbunden werden.

Anschließend wird Beton eingefüllt und verdichtet. Nach dem Aushärten des Betons wird die Erdaufschüttung erstellt und je nach Fundamenttyp die Fundamentabdeckung montiert.

Je nach Untergrund (weicher Boden, lockerer oder fester Fels etc.) muss eine abweichende Gründungsart gewählt werden. ENERCON hat dafür unterschiedliche Flach- und Tiefgründungen standardisiert, sodass in der Regel eine geeignete Fundamentausführung verfügbar ist.

Ist der Untergrund nicht ausreichend tragfähig, wird meist eine Pfahlgründung vorgesehen. Es werden Pfähle in den Untergrund bis in die tragfähige Bodenschicht eingebracht. Das Fundament wird dann auf die Pfahlköpfe betoniert.

3 E-Modul

Je nach Windenergieanlagentyp sind die elektrischen Komponenten zur Aufbereitung des erzeugten Stroms und zur Steuerung der Windenergieanlage im sogenannten E-Modul untergebracht. Tragendes Element des E-Moduls ist eine Stahlrahmenkonstruktion. Die einzelnen Ebenen des E-Moduls werden einschließlich aller Einbauten komplett im Werk vorgefertigt.



Abb. 2: Heben der E-Modulebene in den Turm

Die Ebenen des E-Moduls werden bei der Montage der Windenergieanlage auf dem Fundament aufeinandergesetzt und verschraubt. Abhängig vom Turmtyp geschieht dies vor oder während der Montage des Turms.

Bei Windenergieanlagen ohne E-Modul werden die Komponenten wie die Leistungsschränke und der Transformator einzeln angeschlagen und auf dem Fundament montiert.

Die Niederspannungsverteilung, der Transformator und die Mittelspannungsschaltanlage können anstatt im Turmfuß in einer externen Transformatorstation untergebracht werden. Dazu wird abseits der Windenergieanlage eine Betonstation aufgestellt, die die Komponenten vor der Witterung schützt. Zum Einsetzen der Komponenten wird das Dach der Betonstation abgehoben.

4 Turm

Der Turm der Windenergieanlage ist ein Hybridturm, Stahlrohrturm oder modularer Stahl-turm (MST).

4.1 Hybridturm

Der untere Teil des Hybridturms besteht aus einzelnen ringförmigen Segmenten aus Betonfertigteilen, größere Segmente sind nochmals in Halb- oder Drittelringsegmente unterteilt. Der obere Teil des Hybridturms besteht aus einer oder mehreren Stahlsektionen.



Abb. 3: Montage des Hybridturms

Der Hybridturm wird am Aufstellort aus den Betonfertigteilen zusammengesetzt. Die Elemente für ein geteiltes Segment werden am Boden ausgerichtet und verschraubt. Die vollständigen Segmente werden dann aufeinandergestellt. Die Stahlsektionen werden aufeinandergestellt und verschraubt.

In vertikaler Richtung wird der Turm im Bereich der Betonsegmente durch Spannglieder aus Spannlitzen vorgespannt. Dadurch erhält der Turm die notwendige Stabilität. Einige Spannglieder verlaufen bis zum obersten Betonsegment, andere enden weiter unten (abhängig vom Turmtyp). Die Spannglieder verlaufen entweder innerhalb der Betonsegmente (interne Vorspannung) oder entlang der Turminnenwand (externe Vorspannung). Die Spannglieder sind an beiden Enden verankert. Bei der internen Vorspannung werden die Hüllrohre der Spannglieder mit Beton vergossen.

4.2 Stahlrohrturm

Der Stahlrohrturm ist eine Röhre aus Stahlblech, die sich nach oben hin verjüngt. Er wird in wenigen großen Sektionen im Werk vorgefertigt. Je nach Turmbauart sind einzelne Sektionen längs geteilt.



Abb. 4: Montage einer Stahlsektion

Bei der Montage des Stahlrohrturms werden zunächst die geteilten Sektionen, falls vorhanden, vormontiert. Die vormontierten Sektionen werden jeweils in die Vertikale gedreht, aufeinandergestellt und verschraubt. Dabei wird die unterste Sektion je nach Turmbauart mit der Fundamentsektion oder dem Bolzenkorb verschraubt.

4.3 Modularer Stahlturm (MST)

Der modulare Stahlturm (MST) besteht aus mehreren Stahlsektionen. Die unteren Stahlsektionen bestehen aus mehreren gekanteten Sektionsblechen, die vor Ort mit Verbindungsblechen verschraubt werden. Die Stahlsektionen werden untereinander ebenfalls verschraubt. Die oberste Sektion ist geschweißt und bildet den Übergang zwischen den geschraubten Sektionen und dem Turmkopfflansch.



Abb. 5: Montage der untersten Sektion des MST

Im Rahmen der Vormontage werden die Sektionen aus den Sektionsblechen zusammengesetzt und verschraubt. Einbauteile wie beispielsweise die Sicherheitssteigleiter werden montiert. Anschließend werden die Sektionen jeweils gehoben, aufgesetzt und verschraubt.

5 Aufstiegshilfe

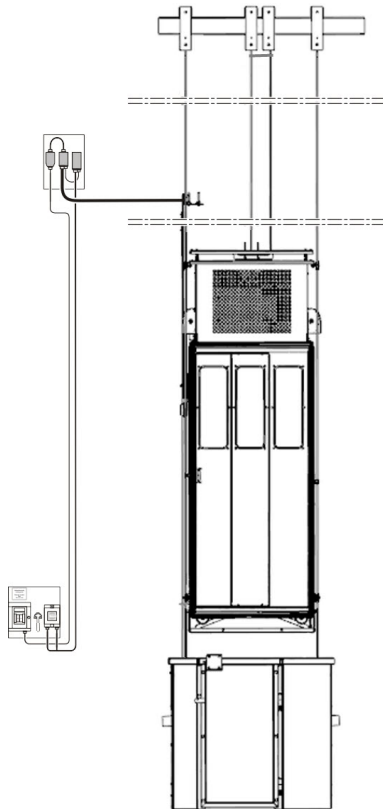


Abb. 6: Eingebaute Aufstiegshilfe (skizziert)

Zur Montage der Aufstiegshilfe werden zunächst die Drahtseile an einer dafür vorgesehenen Traverse am oberen Ende des Turms montiert. Die Einhausungen an den Durchführungen der Turmpodeste für die Aufstiegshilfe werden montiert und der Fahrkorb der Aufstiegshilfe wird an die Einstiegsposition im Turm gestellt. Die Drahtseile werden durch die Aufstiegshilfe geführt und mit Spannvorrichtungen an der untersten Einhausung befestigt. Die Aufstiegshilfe wird elektrisch angeschlossen.

6 Gondel

Die Gondel besteht aus dem Rotorkopf, dem Generator und dem Maschinenhaus. Die am Rotorkopf befestigten Rotorblätter sind nicht Teil der Gondel, können aber je nach Windenergieanlagentyp und Gegebenheiten auf der Baustelle zusammen mit dem Rotorkopf montiert werden.

Die Gondel wird aufgrund ihrer Größe in mehreren Teilen transportiert. Die Gondel wird auf der Baustelle am Boden vormontiert und in Teilen an der Windenergieanlage montiert.

6.1 Maschinenhaus

Im Rahmen der Vormontage werden abhängig vom Windenergieanlagentyp Teile der Gondelverkleidung, die Befeuerungsleuchten und weitere Komponenten am Maschinenhaus montiert.

Bei Windenergieanlagen mit kleinen Maschinenhäusern wird das Maschinenhaus bereits in der Produktion teilweise oder komplett vormontiert, so dass einige Schritte der Vormontage auf der Baustelle entfallen können.



Abb. 7: Montage des Maschinenhauses

Das vormontierte Maschinenhaus wird angehoben und mit dem Azimutlager auf dem Turm der Windenergieanlage verschraubt.

6.2 Generator

Der Generator besteht aus dem Generator-Stator und dem Generator-Rotor. Die Vormontage und Montage unterscheidet sich je nach Windenergieanlagentyp und Gegebenheiten vor Ort.

Bei großen Generatoren werden der Generator-Stator und ggf. der Generator-Rotor geteilt auf der Baustelle angeliefert. Im Rahmen der Vormontage werden der Generator-Stator und der Generator-Rotor jeweils aus den angelieferten Teilen zusammengesetzt.

Gegebenenfalls werden noch Verkleidungsteile und Anbauteile wie Befeuerungsleuchten und Windmessgestelle montiert.



Abb. 8: Montage des Generator-Stators (links) und Generator-Rotors (rechts)

Der Generator-Stator wird in die Vertikale gedreht, auf die Höhe des Maschinenhauses gehoben, an das Maschinenhaus herangeschwenkt und mit dem Maschinenträger verschraubt. Anschließend wird der Generator-Rotor ebenfalls in die Vertikale gedreht, angehoben und mit dem Generator-Stator verschraubt.

Je nach verfügbarer Krantechnik und Gewicht der Bauteile können Generator-Stator und Generator-Rotor bereits am Boden miteinander verbunden und mit nur einem Hub auf Höhe des Maschinenhauses gehoben und montiert werden.

6.3 Rotorkopf

Je nach Gewicht der Bauteile und Gegebenheiten vor Ort kann der Rotorkopf gemeinsam mit den Rotorblättern an der Windenergieanlage montiert werden. Das wird als Sternmontage bezeichnet. Wenn nötig, wird der Rotorkopf zunächst ohne Rotorblätter montiert. Die Rotorblätter müssen dann anschließend einzeln am Rotorkopf montiert werden. Das wird als Einzelblattmontage bezeichnet.

Im Rahmen der Vormontage werden je nach Windenergieanlagentyp Bauteile wie der Schleifringübertager und die Rotorkopfverkleidung sowie ggf. die Rotorblätter am Rotorkopf montiert.



Abb. 9: Montage des Rotorkopfs mit 3 montierten Rotorblättern (Sternmontage)

Anschließend wird der Rotorkopf auf Höhe des Generators gehoben und am Maschinenhaus verschraubt.

7 Rotorblätter



Abb. 10: Einzelblattmontage

Wenn die Rotorblätter nicht am Rotorkopf vormontiert werden konnten, müssen diese einzeln an der Windenergieanlage montiert werden.

Im Rahmen der Vormontage werden bei geteilten Rotorblättern Innen- und Außenblatt miteinander verschraubt. Anschließend wird ein Rotorblatt auf die Höhe des Rotorkopfs gehoben und in waagerechter oder leicht schräger Position am Blattanschluss verschraubt. Der Rotorkopf wird gedreht und die anderen beiden Rotorblätter werden nacheinander montiert.