

Technische Dokumentation Windenergieanlagen 6.0-164 - 50 Hz



Technische Beschreibung und Daten

Rev. 03 - Doc-0079264 - DE 2021-06-21



imagination at work

Besuchen Sie uns unter:
www.gerenewableenergy.com

Alle technischen Daten unterliegen der möglichen Änderung durch fortschreitende technische Entwicklung!
Klassifizierung: öffentliches Dokument

Urheber- und Verwertungsrechte

Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

2021 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und das GE Monogramm sind Warenzeichen und Dienstleistungsmarken der General Electric

Company. Andere, in diesem Dokument genannte Unternehmens- oder Produktnamen sind ggf.

Warenzeichen bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Unternehmen.



imagination at work

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Hauptkomponenten.....	5
2.1	Rotor	5
2.2	Rotorblätter	5
2.3	Blattverstell- und Regelsystem	6
2.4	Nabe.....	6
2.5	Getriebe.....	7
2.6	Lager	7
2.7	Bremssystem	7
2.8	Generator	7
2.9	Getriebe-/Generatorkupplung.....	7
2.10	Azimutsystem.....	7
2.11	Turm.....	8
2.12	Maschinenhaus	8
2.13	Windmessenrichtung und Blitzableiterstange.....	8
2.14	Blitzschutz (gemäß IEC 61400-24, Stufe I)	8
2.15	Steuerungssystem der Windenergieanlage.....	8
2.16	Umrichter.....	8
2.17	Mittelspannungstransformator und schaltanlage	9
3	Technische Daten für die 6.0-164	9
3.1	Betriebsgrenzen.....	11

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

1 Einleitung

Das vorliegende Dokument stellt eine Zusammenfassung der technischen Beschreibung und der technischen Daten für die Windenergieanlage 6.0-164 dar.

2 Hauptkomponenten

Die Windenergieanlage 6.0-164 ist eine als Luvläufer ausgeführte 3-Blatt-Horizontalachsen-Maschine mit einem Rotordurchmesser von 164 Metern. Rotor und Maschinenhaus sind auf einem Betonhydridturm mit 167 m Nabenhöhe montiert.

Die Windenergieanlage 6.0-164 ist mit einem aktiven Azimutsystem (zur Nachführung der WEA in Windrichtung), einer aktiven Rotorblattverstellung (zur Regelung der Rotordrehzahl) und einem drehzahlvariablen Generator mit elektronischem Umrichtersystem ausgerüstet.

Die WEA 6.0-164 besitzt einen aufgelösten Triebstrang, dessen Hauptkomponenten, einschließlich Hauptlagern, Getriebe, Generator und Azimutantrieben, auf einem Grundrahmen befestigt sind

2.1 Rotor

Die Rotordrehzahl wird durch eine Kombination aus Blattwinkelverstellung und Drehmomentregelung des Generators/Umrichters gesteuert. Der Rotor dreht sich unter normalen Betriebsbedingungen und luvwärts betrachtet im Uhrzeigersinn.

Der Gesamtverstellwinkel der Rotorblätter beträgt ca. 90 Grad, wobei das Blatt in der 0°-Position orthogonal zur vorherrschenden Windrichtung orientiert ist. Durch die Verstellung der Rotorblätter in die Fahnenposition von ca. 90 Grad wird der Rotor aerodynamisch abgebremst, also die Rotordrehzahl reduziert.

2.2 Rotorblätter

Die WEA 6.0-164 ist mit drei Rotorblättern ausgerüstet, die logistisch optimiert wurden. Die Rotorblätter können optional mit einem Schutz der Vorderkante (Leading Edge Protection) ausgerüstet werden. Die nachfolgend dargestellten Werte werden üblicherweise benötigt, um Schattenwurfberechnungen anzustellen.

	Rotordurchmesser
	164 m
Größte Profiltiefe	4,0 m
Profiltiefe bei 0,9 x Rotorradius	1,1 m

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

Zur Optimierung der Schalleistung werden die Rotorblätter mit geräuscharmen Blatthinterkanten (Serrations) ausgerüstet, deren Anbringung auf der Druckseite der eigentlichen Blatthinterkante erfolgt. Diese Serrations sind dünne, gezackte Kunststoffleisten. Die Rotorblätter der 6.0-164 werden mit diesen Leisten bereits ab Werk ausgerüstet.



Abb 1: Serrations (gezackte Blatthinterkanten) an einer WEA

2.3 Blattverstell- und Regelsystem

Der Rotor ist mit einem aktiven Blattverstell- und Regelsystem ausgerüstet, das die Verstellung der Blattwinkel während des Betriebs vornimmt.

Aktive Pitchcontroller ermöglichen es dem Rotor, seine Drehzahl bei Überschreitung der Nennwindgeschwindigkeit zu reduzieren, indem sie die Rotorblätter so aus dem Wind drehen, so dass diese überschüssigen aerodynamischen Auftrieb ungenutzt "verstreichen" lassen. Energie aus Windböen unterhalb der Nennwindgeschwindigkeit wird hingegen aufgenommen.

Die Pitchsysteme werden durch voneinander unabhängige Energiespeicher gepuffert, um die Rotorblätter bei Netzausfall oder sonstigen Störungen in Fahnenposition verfahren zu können. Die aerodynamischen Bremseinrichtungen der Anlage sind redundant konzipiert, da jedes der drei Rotorblätter mit einem unabhängigen Pitchsystem ausgerüstet ist.

2.4 Nabe

Die Nabe dient dazu, die drei Rotorblätter mit der Hauptwelle der Turbine zu verbinden. In der Nabe, die direkt an der Hauptwelle befestigt ist, befinden sich auch die Pitchsysteme. Der Zugang zum Innern der Nabe zwecks Wartungsarbeiten erfolgt durch eine von drei Luken, die in der Nähe des Maschinenhausdachs angeordnet sind.

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

2.5 Getriebe

Das Getriebe der Windenergieanlage dient zur Übersetzung der niedrigen Drehzahl des Rotors auf die hohe Drehzahl des Generators. Das Getriebe ist als mehrstufiges Planeten-Stirnradgetriebe ausgeführt. Es wird auf dem Grundrahmen der Maschine gelagert. Durch die Art der Getriebelagerung wird die Übertragung von Schwingungen und Geräuschen auf den Grundrahmen minimiert. Das Getriebe ist mit einem gekühlten Zwangsschmiersystem mit Filter ausgerüstet, der die Reinheit des Öls sicherstellt.

2.6 Lager

Das Pitchlager ermöglicht die Verstellung des Rotorblattes um die Längsachse. Der Innenring des Pitchlagers ist mit einem Blattantriebsritzel ausgerüstet, das die Blattverstellung vornimmt.

Die Hauptwelle zum Getriebe ist mit einem Pendelrollenlager ausgerüstet, welches sowohl Radial- als auch Axialkräfte des Rotors aufnimmt.

2.7 Bremssystem

Die Pitchsysteme der einzelnen Rotorblätter dienen als Hauptbremssystem der Windenergieanlage. Zum Abbremsen der Anlage unter normalen Betriebsbedingungen werden die Rotorblätter in Fahnenposition gebracht, d. h. aus dem Wind gedreht. Dabei reicht es aus, nur zwei der Rotorblätter in Fahnenposition zu bringen, um den Rotor sicher abzubremsen und die Anlage in den Trudelbetrieb zu versetzen. Um die Stromversorgung der Pitchantriebe auch bei Netzausfall sicherzustellen, ist jeder von ihnen mit einem eigenen und unabhängigen Batteriepuffersystem versehen.

2.8 Generator

Der Generator ist ein doppeltgespeister Asynchrongenerator. Er ist so auf dem Generatorrahmen gelagert, dass die Übertragung von Schwingungen und Geräuschen reduziert wird.

2.9 Getriebe-/Generatorkupplung

Zum Schutz des Triebstranges vor überhöhten Drehmomentlasten ist zwischen dem Generator und der Abtriebswelle des Getriebes eine flexible Kupplung einschließlich einer Drehmomentbegrenzung installiert.

2.10 Azimutsystem

Ein Lager zwischen Maschinenhaus und Turmkopf ermöglicht die Azimutverstellung der Anlage. Azimutantriebe greifen in die Verzahnung des Azimutlagers ein und führen die Anlage so dem Wind nach. Die Azimutantriebe sind mit automatischen Bremsen ausgerüstet, die einfallen, sobald die Antriebe deaktiviert sind. Auf diese Weise werden die Azimutantriebe vor Spitzenlasten durch Windturbulenzen geschützt.

Anhand der Signale, die sie von der auf dem Dach des Maschinenhauses montierten Windfahne empfängt, aktiviert die Hauptsteuerung der WEA die Azimutantriebe, um das Maschinenhaus in die entsprechende Windrichtung nachzuführen.

Die aktuelle Position des Maschinenhauses wird durch die WEA-Steuerung überwacht und erfasst. Sobald die Hauptsteuerung eine übermäßige Verdrehung des Maschinenhauses in eine Richtung feststellt, wird die Anlage

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

automatisch gestoppt, durch Zurückfahren des Maschinenhauses das interne Kabelbündel entwunden und die Anlage automatisch wieder angefahren.

2.11 Turm

Die Windenergieanlage ist auf einem Hybridturm (167 m Nabenhöhe) montiert. Der Zugang zur Anlage erfolgt über eine Tür im Turmfuß. Innerhalb des Turms sind Wartungsplattformen und Beleuchtung installiert. Für den Zugang zum Maschinenhaus ist eine Leiter mit Steigschutzeinrichtung vorgesehen.

Auf Anforderung können optionale Aufstiegshilfen bzw. Personenaufzüge eingebaut werden.

2.12 Maschinenhaus

Im Maschinenhaus sind die Hauptkomponenten der Windenergieanlage untergebracht. Der Zugang vom Turm in das Maschinenhaus erfolgt durch dessen Boden. Das Maschinenhaus ist belüftet und wird durch elektrische Lampen beleuchtet. Für den Zugang zu den Rotorblättern und der Nabe ist eine Luke vorgesehen. Der Boden des Maschinenhauses ist als Auffangwanne zum Sammeln von Flüssigkeiten (z. B. Öl, Fett) bei Undichtigkeiten mit einem Sicherheitsfaktor von 1,5 ausgebildet. Dies wurde durch einen Test geprüft.

2.13 Windmesseinrichtung und Blitzableiterstange

Eine Ultraschall-Windmesseinrichtung und eine Blitzableiterstange sind oben auf dem Gehäuse des Maschinenhauses montiert. Der Zugang zu diesen Einrichtungen erfolgt über eine Luke im Dach des Maschinenhauses.

2.14 Blitzschutz (gemäß IEC 61400-24, Stufe I)

Die Rotorblätter sind mit Blitzrezeptoren ausgerüstet, die in der Blattspitze installiert sind. Die WEA ist so zum Schutz vor Blitzeinschlag geerdet und abgeschirmt. Da Blitze jedoch eine unvorhersehbare Naturgewalt darstellen, ist nicht auszuschließen, dass verschiedene Komponenten ungeachtet der in der Anlage eingesetzten Blitzschutzvorrichtungen durch Blitzeinschlag beschädigt werden können.

2.15 Steuerungssystem der Windenergieanlage

Die WEA kann vor Ort gesteuert werden. Steuerungssignale können außerdem von einem entfernten Rechner über ein Fernwirk- und Datenerfassungssystem (SCADA) übermittelt werden, wobei am Steuerungssystem der WEA eine lokale Abschaltvorrichtung vorgesehen ist.

Bedieneschalter im Turmkopf verhindern, dass Wartungspersonal im Turmfuß auf bestimmte Systeme der Windenergieanlage zugreifen kann, während sich Bediener im Maschinenhaus befinden. Um jeglichen Anlagenbetrieb zu umgehen oder die Anlage im Notfall zu stoppen, können Not-Aus-Taster im Turmfuß und im Maschinenhaus aktiviert werden.

2.16 Umrichter

Die Windenergieanlage verwendet ein Umrichtersystem, das aus einem Umrichter auf der Rotorseite, einem Gleichstrom-Zwischenkreis und einem Wechselrichter auf der Netzseite besteht.

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

Das Umrichtersystem besteht aus einem Leistungsmodul und den dazugehörigen elektrischen Einrichtungen.

2.17 Mittelspannungstransformator und schaltanlage

Um die WEA an das Kollektorsystem anschließen zu können, sind ein Mittelspannungstransformator und eine Mittelspannungsschaltanlage erforderlich. Die Schaltanlage ist im Turmfuss untergebracht während der Mittelspannungstrafo im Maschinenhaus verbaut ist.

3 Technische Daten für die 6.0-164

WEA	6.0-164
Nennleistung [MW]	6.0
Rotordurchmesser [m]	164
Anzahl der Rotorblätter	3
Überstrichene Fläche [m ²]	21124
Drehrichtung (luvwärts betrachtet)	Im Uhrzeigersinn
Max. Geschwindigkeit der Blattspitzen [m/s]	83.3 m/s
Orientierung	Luvläufer
Drehzahlregelung	Einzelblattverstellung
Aerodynamische Bremse	Fahnenposition
Farben der äußeren Komponenten	RAL 7035 (hellgrau) und RAL 7023 (betongrau, nur für die Betonsektionen des Hybridturms)
Reflexionsgrad/Glanzgrad	30 - 60 Glanzeinheiten gemessen bei 60° gem. ISO 2813
Reflexionsgrad/Glanzgrad	60 - 80 Glanzeinheiten gemessen bei 60° gem. ISO 2813
Rotorblätter, Maschinenhaus, Nabe	
Reflexionsgrad/Glanzgrad	Betongrau (ähnlich RAL 7023); mattglänzend
Hybridturm	

Tabelle 1: Technische Daten für die WEA 6.0-164

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

Atmosphärischer Korrosionsschutz (Korrosionsschutz-Kategorien gemäß Definition durch ISO 12944-2:1998)	
Korrosionsschutz – Turm innen/außen	C-2/C-3 (Standard) C-4/C-5M (Erweitert)
Korrosionsschutz – Turmbolzen innen/außen	C-4/C-4
Korrosionsschutz – Befestigungselemente und Turmeinbauten innen/außen	C-3/C-3 (Standard) C-3/C-5 (Erweitert)
Korrosionsschutz – Rotornabe innen/außen	C-5/C-5
Korrosionsschutz - Maschinenhaus & Befestigungselemente Rotornabe innen/außen	C-3/C-5
Korrosionsschutz – Automatisches Schmiersystem, Verschraubung Azimutantrieb innen	C-3
Korrosionsschutz – Pitch Antrieb und Pitchgetriebe innen	C-4
Korrosionsschutz – Hauptwelle, Getriebe, Drehmomentstütze innen	C-4
Korrosionsschutz - Grundrahmen, Generatorrahmen innen	C-5

Tabelle 2: Atmosphärischer Korrosionsschutz

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.

3.1 Betriebsgrenzen

WEA	6.0-164
Nabenhöhe	167 m Hybridturm
WEA- Konstruktionsstandard	DIBt 2012
Höhe über dem Meeresspiegel	Maximal 1.000 m bei max. Standard-Betriebstemperatur von +30 °C. Über 1.000 m reduziert sich die max. Betriebstemperatur gem. DIN IEC 60034 1 (z. B. ist die max. Betriebstemperatur bei 2.000 m auf +25 °C reduziert). Für Installationen in einer Höhe über 1.000 m müssen auch die Isolationsabstände der Mittelspannungsklemmen neu bewertet werden.
Netzanschlußanforderungen	max. 5.3 MW bei cos phi kleiner 0,9 und größer 0,87 und Umgebungstemperatur größer 25°C
Standardwetteroption (STW)	Vollleistungsbetrieb von -15 °C bis +30 °C bzw. von +5 °F bis +86 °F. Überlebenstemperatur von -20 °C bis +50 °C bzw. von -4 °F bis +122 °F ohne Netzversorgung. Überleben bedeutet: WEA und auch Wärmeübertragungssystem wegen unzureichender Energieversorgung durch das Netz nicht in Betrieb.
Windklasse	WZ (S)

Tabelle 3: Betriebsgrenzen

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben ausschließliches Eigentum der General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle

© 2021 General Electric Company und/oder deren verbundene Unternehmen. Alle Rechte vorbehalten.