

# Technische Kurzbeschreibung

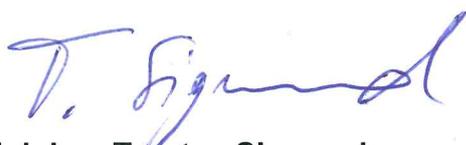
## Windenergieanlage VENSYS 126

### **VENSYS 126 - 3,8 MW** **- Version 2 -**

**Rev.: C**  
**Datum: 26.02.2021**

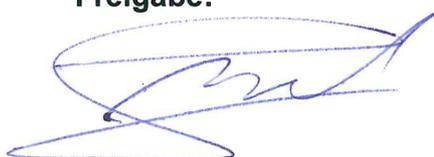
**Dokumentname:**  
Technische Kurzbeschreibung\_VENSYS126\_3,8MW\_Version2\_Rev.C

**Erstellt von:**



**Dipl.-Ing. Torsten Sigmund**  
(Technical Sales Support)

**Freigabe:**



**Luis Fernando Beckel**  
(Head of Sales)

## Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein.....	3
2	Anlagentypen.....	3
3	Funktionsweise.....	3
4	Aufbau Maschinenkopf .....	4
5	Rotor und Blattverstellsystem .....	5
6	Anlagensteuerung .....	6
7	Sicherheitstechnik .....	6
8	Generator .....	6
9	Gondel.....	8
10	Azimutsystem .....	8
11	Vollumrichtersystem .....	8
12	Turmvarianten .....	9
13	Fundament .....	9
14	Hauptdaten der VENSYS 126 - Version 2.....	10

## 1 Allgemein

Alle VENSYS-Windenergieanlagen basieren auf kompakter Bauweise, effizienter Energieumwandlung und einem zuverlässigen Regelungs- und Sicherheitssystem. Dieses bewährte technologische Konzept führt zu maximalen Leistungserträgen und minimalen Ausfallzeiten. Die Vorteile der getriebelosen Direktantriebstechnik – geringer Wartungsaufwand, Einfachheit und Effizienz – wirken sich vor allem auch auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen aus, da geringere Kosten während des Betriebes der Anlagen entstehen.

## 2 Anlagentypen

Die vorliegende technische Kurzbeschreibung gilt für die folgenden 3,8 MW-Anlagentypen:

Anlagentyp	Nabenhöhe	Rotor-durchmesser	Rotorblatt	Windklasse / Windzone
VENSYS 126 - Version 2	86,9 m	126,2 m	EBT 61.6 (oder gleichwertig)	IEC IIA / DIBt WZ 3
	96,9 m			IEC IIIA / DIBt WZ 2
	136,9 m			

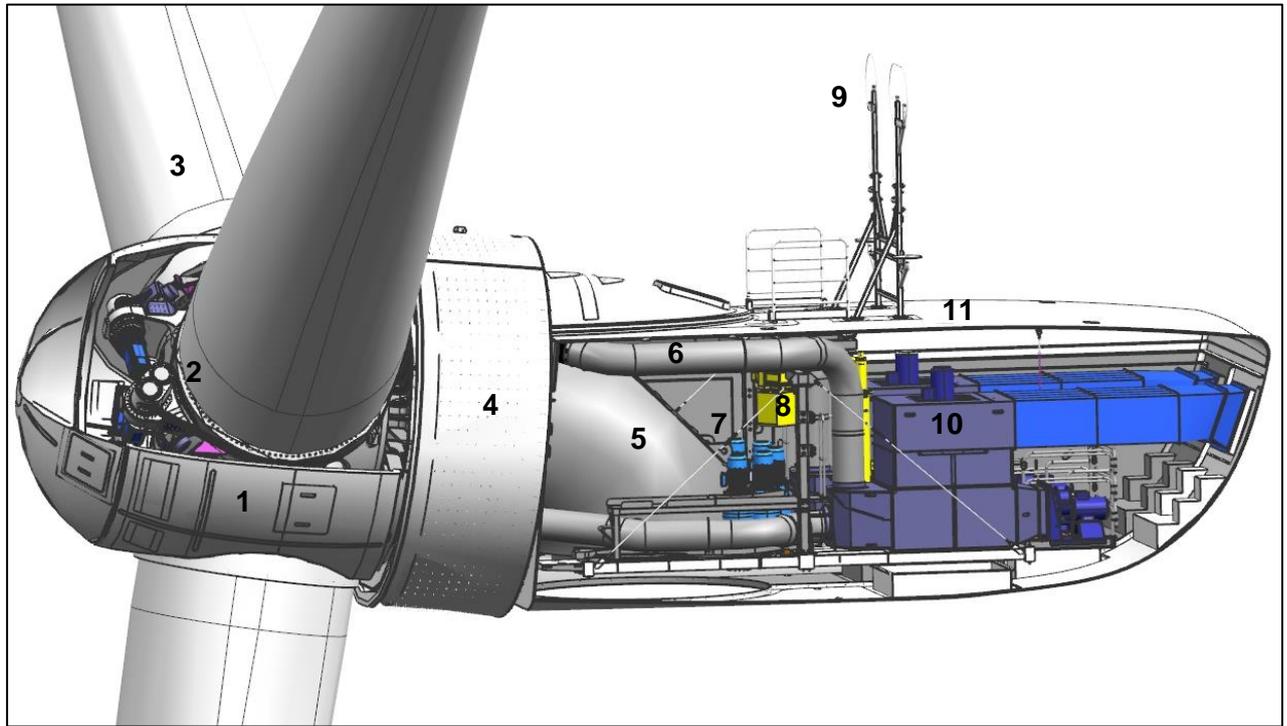
## 3 Funktionsweise

Windenergieanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um. Dies geschieht über die aerodynamischen Profile der Rotorblätter. Durch die anströmende Luft wird der Rotor in eine Drehbewegung versetzt. Der Auftrieb der Rotorblätter wird in ein Drehmoment und eine Drehzahl zum Antrieb des Generators umgesetzt. Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten wird die Drehzahl angepasst, damit die Rotorblätter immer optimal angeströmt und der Generator mit der jeweils geeigneten Drehzahl betrieben werden kann.

Der Generator wandelt die Rotationsenergie mit Hilfe der Permanentmagnete im Außenläufer und den Spulen im Ständer in elektrische Energie um, die über Turmleitungen zum Vollumrichter in der Turmfußebene der Windenergieanlage geleitet wird.

Mit einem Mittelspannungs-Transformator wird die Umrichter-Ausgangsspannung auf die örtliche Netzspannung hochtransformiert. Die Einspeisung der elektrischen Energie ins Netz erfolgt dann über den Transformator und eine Mittelspannungs-Schaltanlage als Schutz-einrichtung.

## 4 Aufbau Maschinenkopf



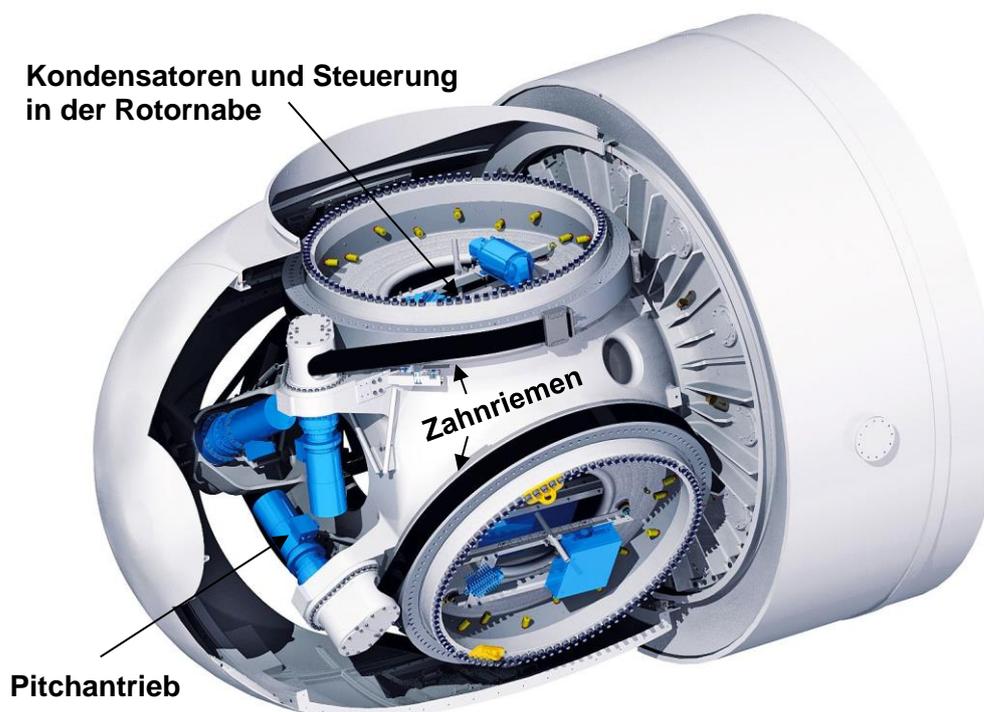
**Abb. 1:** Aufbau Maschinenkopf

- |                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1 Rotoreinheit             | 7 Azimutantriebe                    |
| 2 Rotorblattverstellsystem | 8 Servicekran                       |
| 3 Rotorblatt               | 9 Windmessgeräte und Flugbefeuerung |
| 4 Generator                | 10 Luft-Luft-Wärmetauscher          |
| 5 Turmkopf                 | 11 Gondel                           |
| 6 Kühlleitung Generator    |                                     |

## 5 Rotor und Blattverstellungssystem

Alle VENSYS-Windenergieanlagen verfügen über einen Dreiblattrotor mit aktiver Rotorblattverstellung (Elektro-Pitch). Die aerodynamisch geformten Rotorblätter bestehen aus faserverstärktem Kunststoff (GFK / CFK) und werden über Kugeldrehverbindungen mit der Rotornabe verschraubt. Mit Hilfe der Rotorblattverstellung werden die Rotorblätter entsprechend der Windgeschwindigkeit automatisch um die Längsachse verstellt, um den Rotor in seiner Leistung zu begrenzen und eine Überlastung der Anlage zu vermeiden. Das System ist dreifach redundant, d. h. jedes Blatt kann einzeln gedreht und somit auch als aerodynamische Rotorbremse genutzt werden.

Das patentierte VENSYS-Blattwinkelverstellungssystem – mit schmierungsfreien Zahnriemen zur Kraftübertragung – hat einerseits die Aufgabe die Blätter genau zu positionieren und andererseits die Blätter im Notfall in eine sichere Position zu bringen. Eine Notabschaltung der Windenergieanlage muss im Falle eines Netzausfalls oder einer anderweitigen Störung vollständig autark funktionieren. Zu diesem Zweck werden Doppelschichtkondensatoren statt herkömmlicher Akkus als Energiespeicher in jedem der drei Rotorblattverstellungssysteme eingesetzt, die im Falle einer schwerwiegenden Störung sicherstellen, dass der Antrieb mit Energie versorgt wird. Die eingesetzten Drehstrom-Asynchron-Motoren sind weitestgehend wartungsfrei.



**Abb. 2:** VENSYS-Rotorblattverstellantriebe mit Zahnriemen

## 6 Anlagensteuerung

Die Aufgabe der Anlagensteuerung bzw. Anlagenregelung ist es, eine möglichst optimale Leistungsausbeute zu realisieren und die mechanischen Belastungen der Windenergieanlage so gering wie möglich zu halten.

Durch den variablen Drehzahlbetrieb der Windenergieanlage ist es möglich, den Rotor weitgehend im optimalen Wirkungsbereich zu betreiben. Diese Aufgabe übernimmt eine Steuereinheit, das Betriebsführungssystem. Die Logik des Betriebsführungssystems erhält über Sensoren alle Informationen über die externen Bedingungen (z. B. Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperaturen) und die Anlagengrößen (z. B. Leistung, Drehzahl). Auf Basis dieser Daten steuert das Betriebsführungssystem die Windenergieanlage so, dass sie sich immer in einem sicheren Zustand befindet und der optimale Energieertrag gewährleistet ist.

Eine Fernabfrage der Anlagendaten ist über eine Datennetz-Anbindung gegeben. Auf diesem Weg können Betriebsdaten, Betriebsprotokolle und Angaben zum Betriebsstand der Windenergieanlage abgefragt werden.

## 7 Sicherheitstechnik

Die drei unabhängig voneinander steuerbaren Rotorblätter dienen als aerodynamisches Bremssystem der Windenergieanlage. Diese können mit Hilfe von jeweils einem Blattverstellmotor pro Rotorblatt im gesamten Arbeitsbereich gedreht werden. Jeder Blattverstellantrieb ist mit einer separaten Notenergieversorgungseinheit in Form einer Kondensatorbank ausgestattet. Sollte das öffentliche Stromnetz ausfallen, werden die Rotorblätter mit Hilfe der in den Kondensatorbänken gespeicherten Energie in wenigen Sekunden in Fahnenstellung gebracht und die Windenergieanlage damit sicher abgebremst. Für entsprechende Wartungsarbeiten werden die Rotoren von VENSYS-Windenergieanlagen mit Hilfe einer hydraulischen Haltebremse sowie einer hydraulischen Bolzenarretierung gesichert.

Alle Anlagen werden permanent vom Betriebsführungsrechner überwacht. Dieser erfasst die wesentlichen Prozessgrößen durch mindestens zwei unabhängige Sensoren. Fehler werden sofort an die VENSYS-Monitoringzentrale gemeldet, um entsprechende Maßnahmen einleiten zu können.

## 8 Generator

Wie bei allen VENSYS-Windenergieanlagen ist der Generator ein direkt vom Rotor angetriebener hochpoliger Synchrongenerator mit permanentmagnetischer Erregung (PMDD). Der Generator ist verschleißfrei und alle Bestandteile bis auf das Lager sind nahezu wartungsfrei. Mit dem innovativen Design des Generators wird ein hoher Wirkungsgrad der VENSYS-Windenergieanlagen erreicht.

Der Generator besteht im Prinzip aus drei Hauptkomponenten:

- **Generatorständer**

Der Generatorständer ist fest mit dem Turmkopf verbunden und dient als Tragkonstruktion für das Blechpaket und die Drehstromwicklungen.

- **Generatorläufer**

Der Generatorläufer mit den Permanentmagneten ist als Außenläufer konzipiert. Dieses Design führt im Vergleich zur Standardbauform mit Erregerspulen zu einem deutlich kleineren Außendurchmesser des Generators. Der Generatorläufer ist direkt mit dem Rotor verbunden und wird von diesem angetrieben. An der Innenseite des Läufers sind die Permanentmagnete angebracht, die das erforderliche Erregerfeld erzeugen. Durch die Verwendung von Permanentmagneten entfällt zudem die Einspeisung von zusätzlicher elektrischer Energie für die Erregung.

- **Integrierte Rotorlagerung**

Die Lagerung des Rotors ist in den Generator integriert und wird über zwei gegeneinander angestellte Kegelrollenlager realisiert. Hieraus ergibt sich für die gesamte Tragstruktur ein optimaler Kraftfluss, welcher die Kräfte des Rotors direkt über die Rotorlagerung und den Turmkopf in den Turm einleitet. Beim Schmierkonzept des Rotorlagers wird eine einfache Fettschmierung eingesetzt. Daher kann auf eine aufwendige Ölumlaufschmierung und auf ein aufwendiges Dichtsystem des Rotorlagers verzichtet werden.

Um die anfallende Verlustwärme des Generators abführen zu können, wird ein zur Außenumgebung hin vollständig gekapseltes aktives Luftkühlsystem mit Luft-Luft-Wärmetauschern eingesetzt. Um die Luft möglichst effektiv an die Aktivteile des Generators zu führen, wird das Blechpaket des Generators mit radialen Kühlkanälen versehen. Dabei wird die saubere Kühlluft über die Wickelköpfe des Generators geführt und durch den Generatorluftspalt an den Permanentmagneten vorbei in die radialen Kühlkanäle des Blechpaketes geleitet.

Die Permanentmagnete werden somit beidseitig sehr effektiv gekühlt: Zum einen aktiv durch den inneren Luftstrom und zum anderen passiv durch die äußere Umgebungsluft. Diese strömt aufgrund der Generatorbauform mit Außenläuferprinzip direkt über das Läuferjoch, welches innen die Permanentmagnete trägt. Durch dieses Kühlkonzept werden die Permanentmagnete sicher vor Entmagnetisierung durch zu hohe Temperaturen in allen Betriebsbereichen geschützt. In den radialen Kühlkanälen wird die Abwärme des Generators aufgenommen. Die Abluft wird in einem Sammelkanal zusammengeführt und über Luftschläuche den Luft-Luft-Wärmetauschern in der Gondel wieder zugeführt. Damit kann auf Kühlflüssigkeiten im Generator verzichtet werden und es besteht hier keine Gefährdung durch Kühlmittellecks.

## **9 Gondel**

Die Gondel dient dem Schutz und der Unterbringung der Schaltschränke Topbox und Drivebox, des Servicekrans, des Azimutsystems und als Träger der Windmesstechnik (Anemometer / Windfahne) sowie des Generatorkühlsystems mit den Wärmetauschern. Die Gondel besteht im Wesentlichen aus drei Teilen: einem Turmkopf, einer begehbaren Plattform und einer Verkleidung aus GFK. Der Turmkopf ist über ein Drehkranzlager am Turm befestigt. Es stellt die Verbindung zwischen Turm und Rotor bzw. Generator her. Auf der am Turmkopf befestigten Plattform sind die erforderlichen Systemkomponenten angeordnet. Die Gondel, die über eine Leiter vom obersten Podest des Turmes aus zu erreichen ist, ist innen begebar und bietet dem Wartungspersonal ausreichend Raum und gute Zugangsmöglichkeiten zu allen Systemkomponenten. Durch eine Bodenklappe, auf der dem Rotor abgewandten Seite, können mit dem Servicekran Lasten hochgezogen bzw. abgelassen werden.

## **10 Azimutsystem**

Damit der Rotor immer in die Windrichtung gestellt werden kann, kommen mehrere Azimutantriebe zum Einsatz. Diese drehen bei einer Änderung der Windrichtung die gesamte Gondel in die Hauptwindrichtung. Hierzu sind elektrisch betriebene Azimutmotoren zwischen Turm und Gondel angebracht, die die notwendige Richtungskorrektur vornehmen.

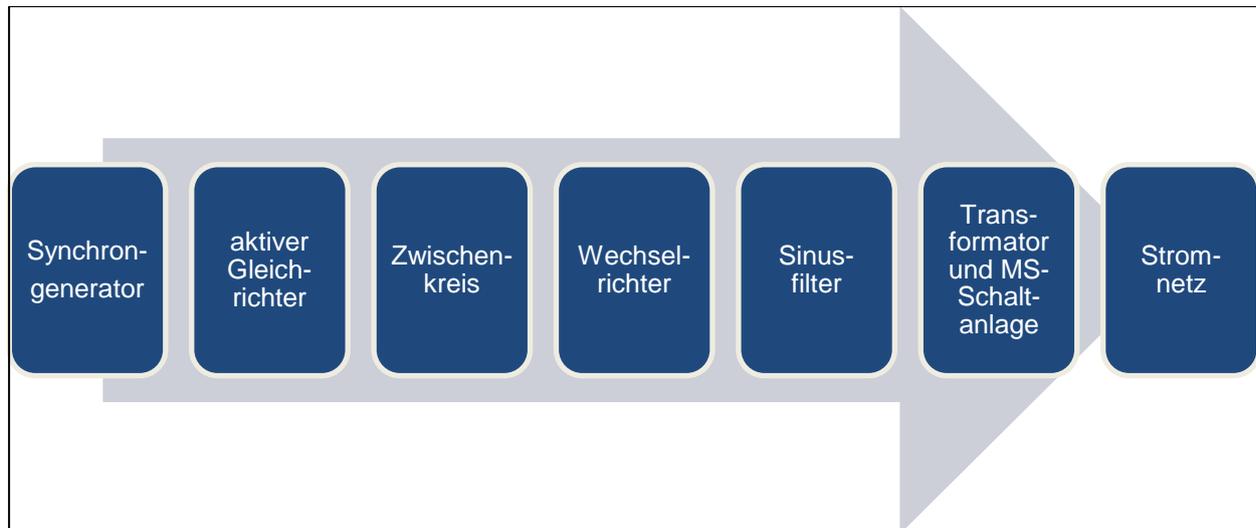
Das Feststellen der Gondel erfolgt über hydraulische Bremssysteme. Bei hohen Windgeschwindigkeiten wird die Gondel der Windrichtung nachgeführt – auch im abgeschalteten Zustand der Anlage – um die auftretenden Windlasten zu minimieren.

## **11 Vollumrichtersystem**

Die Anbindung an das öffentliche Stromnetz erfolgt über das VENSYS-Vollumrichtersystem, einen nachgeschalteten Transformator sowie eine Mittelspannungs-Schaltanlage. Diese Komponenten befinden sich in der Regel im Turmfuß der Anlage, so dass eine zusätzliche, getrennte Transformatorstation entfallen kann.

Der speziell für die Verwendung von Synchrongeneratoren konzipierte VENSYS-Vollumrichter, über den die gesamte Leistung ins Stromnetz geführt wird, ermöglicht eine vollständige Entkopplung des Generators von der Netzseite. Dies erlaubt einen drehzahlvariablen Betrieb, was im Teillastbereich eine verbesserte Energieausbeute zur Folge hat. Zudem wird im Volllastbereich die Anlagenstruktur entlastet.

Im digital gesteuerten Umrichter werden integrierte IGBT-Module eingesetzt. Das gesamte Umrichtersystem ist modular aufgebaut, so dass Servicearbeiten schnell und effizient durchgeführt werden können.



**Abb.3:** Schematische Darstellung des Energieflusses

## 12 Turmvarianten

Bei den VENSYS-Windenergieanlagen mit Stahlrohrturm wird dieser über ein spezielles Fundamenteinbauteil (FET) mit dem Fundament verbunden.

Bei den Anlagen mit 136,9 m Nabenhöhe kommen Hybridtürme aus Beton und Stahl zum Einsatz. Bei dieser Turmvariante besteht der untere Teil aus Betonfertigteilen, der obere Teil aus mehreren Stahlrohrsektionen. Mittels Betonadapter werden die Stahlrohrsektionen auf dem Betonturm verankert.

Die Türme der VENSYS-Anlagen sind in der Regel mit einer Befahranlage ausgestattet. In Notfällen oder für Servicearbeiten sind der Zugang von der Steigleiter in die Kabine, sowie der gesicherte Ausstieg aus der Kabine auf die Steigleiter, an jeder Stelle im Turm möglich.

## 13 Fundament

Mit dem Fundament wird die Standsicherheit der Windenergieanlage hergestellt. Das Fundament wird im Standard als kreisrundes Stahlbetonflachfundament ausgeführt. Bei den Stahlrohrtürmen wird über ein Fundamenteinbauteil mit angeschweißtem Ringflansch das erste Turmsegment der Anlage fest mit dem Fundament verschraubt. So können die entstehenden Lasten in den Fundamentkörper eingeleitet werden.

Bei der Hybridturm-Variante werden die einzelnen Betonringe über die volle Höhe des Betonturms miteinander und mit dem Fundament über eine entlang der Innenwandung verlaufende Spannbewehrung verspannt.

## 14 Hauptdaten der VENSYS 126 - Version 2

<b>Betriebsdaten</b>	Nennleistung	3.800 kW
	Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
	Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
	Betriebstemperatur	-20 °C bis +40 °C
<b>Rotor</b>	Durchmesser	126,2 m
	Überstrichene Rotorkreisfläche	12.509 m <sup>2</sup>
	Anzahl Rotorblätter	3
	Drehrichtung	Uhrzeigersinn (windabwärts)
	Drehzahl (variabel)	6,5 - 11,5 U/min
	Blatttyp	EBT 61.6 (oder gleichwertig)
	Leistungsregelung	Pitch
	Primärbremssystem	Einzelblattverstellung, dreifach redundant
	Haltebremse / Arretierung	Hydraulisch mit Arretierbolzen
<b>Generator</b>	Typ	Synchrongenerator mit Permanentmagneterregung
	Bauart	Direktantrieb
	Nennspannung	778 V
	Isolierstoffklasse	F
<b>Windnachführung</b>	Bauprinzip	Elektrische Getriebemotoren
	Bremssystem	Hydraulische Bremszangen
<b>Umrichter</b>	Typ	IGBT-Vollumrichter
<b>Turm</b>	Stahlrohrturm (Nabenhöhe)	86,9 m   96,9 m
	Hybridturm (Beton/Stahl)	136,9 m (Nabenhöhe)
<b>Fundament</b>	Bauart	Flachfundament (Standard)
<b>Transformator</b>	Eingangsspannung	620 V (Standard)
	Ausgangsspannung	Netzabhängig
	Kurzschlussspannung	6 %
	Schaltgruppe	Dyn 5 oder Dyn 11
<b>Anlagensteuerung</b>	Steuerungstyp	Industrie-SPS
<b>Auslegung gemäß</b>	86,9 m   96,9 m (Nabenhöhen)	DIBt WZ 3; IEC IIA
	136,9 m (Nabenhöhe)	DIBt WZ 2; IEC IIIA