

Allgemeine Beschreibung
der Windkraftanlage
vom Typ
REpower 48/750



REpower Systems AG, Rödemis Hallig, 25813 Husum

Beschreibung der Windenergieanlage

Die vom Germanischen Lloyd typengeprüfte Windenergieanlage 48/750 hat eine elektrische Nennleistung von 750 kW. Der Rotordurchmesser beträgt 48,4 m, die Leistungsregelung erfolgt nach dem "stall-Prinzip". Zur sanften Netzanbindung wird während der Startphase ein Transistorsatz zwischen Netz und Generator geschaltet. Während des Normalbetriebes sorgt eine rechnergestützte Leistungsregelung am Generator sowie das "stall-Prinzip" für einen optimierten und ruhigen Lauf. Auf diese Weise wird ein verbesserter Wirkungsgrad erreicht und zugleich die Verfügbarkeit der gesamten Windkraftanlage wesentlich erhöht.

Rotor

Der Rotor besteht aus drei Rotorblättern, die fest an eine Gußnabe angeflanscht sind. Die Nabe mit den Rotorblättern ist auf der dem Wind zugewandten Seite angebracht. Der Gesamtdurchmesser beträgt 48,4 m, daraus ergibt sich eine überstrichene Rotorkreisfläche von 1.840 m². Die Drehzahl beträgt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit 15,0 bzw. 22,5 U/min. Durch die Drehzahlanpassung eignet sich die 48/750 für Standorte im Windstarken Binnenland und an Standorten mit hohen Windgeschwindigkeiten.

Das Material der Rotorblätter ist ein glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK-Polyester) und wurde in enger Zusammenarbeit mit der dänischen Firma LM Glasfiber A/S gemeinsam weiterentwickelt.

Als redundantes Bremssystem dient eine automatische Blattspitzenverstellung am jeweiligen Ende der Rotorblätter. Bereits die Verstellung einer der drei Blattspitzen ist zum aerodynamischen Abbremsen des Rotors ausreichend.

Getriebe

Das Getriebe ist ein Planeten- / Stirnrad-Getriebe und wird allen Anforderungen des Germanischen Lloyd gerecht. Diese Komponente wird von einem erfahrenen Getriebehersteller nach REpower-Spezifikation konstruiert und hergestellt. Die Übersetzung liegt bei $i = 67,6$.

Die Windenergieanlagen der Firma REpower Systems AG zeichnen sich durch eine besondere hohe Laufruhe aus. Zur Schallentkopplung werden speziell von uns entwickelte Schwingungsdämpfer eingesetzt. Sie garantieren eine maximale Dämpfung.

Bremssystem

Die Blattspitzenverstellung arbeitet unabhängig in jedem Rotorblatt. Sollte beispielsweise ein System ausfallen, sind die Bremsen in den beiden anderen Blättern weiterhin aktiv. Zum Abbremsen des Rotors selbst bei max. Leistung genügt das Ausfahren / Verdrehen von nur einer Blattspitze.

Zusätzlich befindet sich auf der schnellen Welle zwischen Getriebe und Generator eine mechanische Scheibenbremse. Beide Bremssysteme, aerodynamische und mechanische Scheibenbremse, arbeiten unabhängig voneinander. Um auch bei Ausfall einzelner Komponenten, beispielsweise der Hydraulik oder Spannungsausfall, ein sicheres Abbremsen zu gewährleisten, sind die Bremssysteme in „fail-safe“ Funktion ausgeführt.

Generator

Der Generator ist eine zweistufige polumschaltbare Asynchronmaschine. Je nach Windgeschwindigkeit liefert die erste Stufe bis 150 kW und die zweite bei Nennlast 750 kW. Der Generator hat die Schutzklasse IP 54. Die Kühlung erfolgt über zwangsgeführte Luftventilation. Zum Überwachen der Maschinentemperatur sind in den Lagern als auch in den Wicklungen Temperaturfühler installiert. Ein Schutz vor dem Berühren sich bewegender Teile ist durch Abdeckungen gewährleistet. Für den Potentialausgleich ist das Gehäuse des Generators geerdet. Zur besseren Schalldämmung wird der Generator über Gummielemente gelagert.

Windnachführungs- bzw. Azimutsystem

Das Maschinenhaus ist über ein großdimensioniertes Wälzlager mit dem Turm verbunden. Die Windnachführung des Maschinenhauses erfolgt durch zwei elektrische Stellantriebe. Für die Fixierung des Maschinenhauses sorgen vier hydraulische Bremszylinder. Im stromlosen Zustand sind die Bremsen aktiv.

Eine elektronische Windrichtungssensorik mit entsprechender Software steuert die Einschaltzeiten und die Drehrichtung der Motoren. Sie sorgt außerdem für die automatische Kabelentwindung, wenn sich die Anlage bei wechselnden Windrichtungen um mehr als drei Umdrehungen in eine Richtung gedreht hat.

Maschinenhaus

Das Maschinenhaus ist mit einer schallgedämmten GFK-Haube ausgerüstet. Um für Service und Wartung optimale Bedingungen zu schaffen, ist die Gondel ausreichend groß dimensioniert.

Wartungsarbeiten können mit geschlossener Haube erfolgen. Dies ist besonders bei schlechtem oder kaltem Wetter von Vorteil.

Der Einstieg aus dem Turm in die Gondel erfolgt über eine Luke im Grundrahmen. Zum Erreichen der Komponenten unterhalb des Grundrahmens ist zusätzlich eine Wartungsplattform vorgesehen. Sämtliche Komponenten, wie beispielsweise das Azimutsystem und die Hydraulik, können über die Steuerung im Maschinenhaus bedient werden. Zur Sicherheit ist ein „Not-Aus“-Taster installiert.

Turm

Der Turm ist als doppelt konischer Stahlrohrturm ausgeführt. Je nach Turmlänge ergibt sich eine bestimmte Anzahl von Teilstücken. Für Export Vorhaben können wir Ihnen auch einen Gittermast anbieten. Im Turm befinden sich entsprechend den Vorschriften verschiedene Montageplattformen sowie zusätzliche Ruhepodeste an der Leiter. Über eine innen liegende Leiter ist ein wetterunabhängiger Aufstieg möglich. Die Schaltschränke sind im Turmfuß untergebracht und sind vor Wettereinflüssen geschützt untergebracht. Die Anlage kann von hier aus komplett bedient werden. Zur Sicherheit ist auch hier ein „Not-Aus“-Taster installiert.

Korrosionsschutz

Alle Anlagenteile sind durch eine spezielle Mehrfachbeschichtung gegen Korrosion geschützt. Der Gittermast ist feuerverzinkt

Blitzschutz

Die Rotorblätter sind mit einem bewährten Blitzschutzsystem ausgerüstet. Die Ableitung erfolgt über Schleifringe auf den Turm und wird schließlich über Fundament- oder Tiefenerder ins Erdreich abgeleitet.

Überwachungseinrichtung

Über einen ISDN-Telefonanschluß können via Modem alle Betriebsdaten der Windkraftanlage abgerufen werden. Im Folgenden sollen nur die wichtigsten Betriebsdaten genannt werden, die per Datenfernübertragung abgefragt werden können:

- momentane elektrische Generatorleistung
- Rotor- und Generatorzahl

- Getriebe- und sämtliche Lagertemperaturen
- Hydraulikdrücke (Blattspitzenverstellung, Scheibenbremse, u.a.)
- Azimutwinkel
- momentane Windgeschwindigkeit und Windrichtung
- Statistik:
 - Tages-, Monats- und Jahreswerte des Energieertrags
 - Ermittlung der Leistungskennlinie der WKA
 - Fehlerstatistik, u.v.m.

Mit Hilfe dieser Betriebsdaten können frühzeitig entstehende Fehler erkannt und behoben werden, bevor größere Schäden entstehen.

Über die Datenfernabfrage wird zusätzlich bei Störungen des Anlagenbetriebes automatisch der verantwortlichen Servicestelle die entsprechende Fehlermeldung gemeldet, so daß kurzfristig die Behebung der Störungen organisiert und durchgeführt werden kann. Neben der grundsätzlich geringen Störanfälligkeit der Windenergieanlage vom Typ 48/750 hilft diese automatische Störungsmeldung Verfügbarkeiten der Windkraftanlagen von über 98% sicherzustellen.

Technische Daten

Auslegungsdaten

Einschaltgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14,5 m/s
Abschaltgeschwindigkeit	25 m/s
Nabenhöhe	50, 65 oder 75 m

Rotor

Blattzahl:	3
Rotordurchmesser:	48,4 m
Material:	glasfaserverstärkter Polyesterharz
Überstrichene Fläche:	1.840 m ²
Rotoranordnung:	luv
Rotordrehzahl:	15,0 bzw. 22,5 min ⁻¹
Leistungsregelung:	stall

Getriebe

Bauart:	Planeten- / Stirnradgetriebe
Übersetzung:	$i = 67,6$

Generator

Nennleistung:	750 kW bzw. 150 kW
Drehzahl:	1.523 bzw. 1.010 min ⁻¹
Bauart:	polumschaltbarer Asynchrongenerator
Schutzklasse:	IP 54
Nennspannung:	690 V

Massen

Rotorblätter (Satz):	12.000 kg
Maschinenhaus mit Nabe:	20.000 kg

Bremssysteme

Aerodynamisch:	Blattspitzenverstellung, unabhängig je Rotorblatt
Mechanisch:	Scheibenbremse auf der schnellen Welle
Betriebsart:	unabhängig in „fail-safe“ Funktion

Alle technischen Daten unterliegen der möglichen Änderung durch fortschreitende technische Entwicklung.

Leistungskurve der 48/750

Luftdichte: 1,225 kg/m³

Anlaufgeschwindigkeit: 3,0 m/s

Abschaltgeschwindigkeit: 25 m/s

Garantierter Schalleistungspegel (10 m/s): 102 db(A)
(berechnet, Vermessung wird z.Zt. Durchgeführt)

Windgeschwindigkeit in m/s	Elektrische Leistung in kW	Leistungsbeiwert c_p [-]
3.0	0	0,000
4.0	16	0,225
5.0	51	0,368
6.0	89	0,372
7.0	159	0,419
8.0	248	0,437
9.0	346	0,428
10.0	448	0,404
11.0	545	0,369
12.0	640	0,335
13.0	712	0,292
14.0	752	0,247
15.0	770	0,206
16.0	770	0,169
17.0	750	0,137
18.0	710	0,109
19.0	700	0,092
20.0- 25.0	700	0,080

Berechnete Leistungskennlinie, Stand März 2001

Windgeschwindigkeit in m/s	Kalk. Energieertrag in MWh
5,0	881
5,5	1.129
6,0	1.406
6,5	1.681
7,0	1.948
7,5	2.208
8,0	2.450
8,5	2.671

Energieerträge gerechnet mit $k = 2$, $z = 0,03$, Standardbedingungen

Referenzertrag bei $v_{\text{Wind}} = 5,5 \text{ m/s}$ in 30m Höhe (Rayleigh- Verteilung; $k_{\text{Ref.}} = 2,0$; $z_0 = 0,1$; 0 m ü.N.N.):	
Nabenhöhe [m]	Energieertrag [kWh/a]
50	1.412.000
65	1.574.000
75	1.670.000

(Angaben ohne Gewähr, mathematisch gerundet)