



MULTIBRID M5000 in Rekordzeit errichtet

Multibrid – die Wortkombination aus Multimegawatt und Hybridantrieb – verfolgt für die Offshore-Anwendung ein innovatives Windenergieanlagen-Antriebskonzept. Das Design der Anlage ist bis ins kleinste Detail an die Anforderungen auf hoher See ausgerichtet. In dieser Umgebung sind zwei Dinge für die Kon-

struktion wesentlich – das Gewicht der Gondel und die Verfügbarkeit der WEA. Während Anlagen an Land mit relativ geringem Aufwand aufgebaut und gewartet werden können, stellen Errichtung und Wartung auf hoher See entscheidende Faktoren für die Betriebskosten eines Projekts dar. Eine geringe Masse der Gondel

ermöglicht deren komplette Vormontage an Land. Die Gondel wird dann auch offshore in nur einem Hub auf den Turm montiert.

Die Multibrid 5 MW-WEA kommt mit ihrem integrierten und kompakten Design auf ein vergleichsweise geringes Turmkopfgewicht von ca. 300 Tonnen – ein großer Vorteil für die Installationsarbeiten und die Auslegung der Offshore-Fundamente. Die Anlage und Komponenten sind zum Schutz vor der salzhaltigen Offshore-Atmosphäre vollständig gekapselt.

In der Multibrid M5000 sind alle versorgungs- und sicherheitsrelevanten Systeme redundant ausgelegt. Das innovative Herzstück der Multibrid Anlage ist jedoch das Planetengetriebe in Kombination mit einem Permanentmagnet-Synchrongenerator. Es stellt einen Hybrid zwischen direkt angetriebenen Synchrongeneratoren und herkömmlichen Getriebeanlagen dar. Das langsam drehende Triebstrangkonzzept mit einem niedrigen Übersetzungsverhältnis verringert die Abnutzung der Einzelkomponen-





ten – schnell drehende Komponenten können einen hohen Verschleiß, der wiederum zu Ausfallzeiten führen kann, verursachen.

Die ursprünglich für Mitte September vorgesehene Errichtung der Anlage musste aufgrund von Verzögerungen in der Turm-Herstellung verschoben werden.

Seit Monaten bereiten sich die Multibrid-Ingenieure und Techniker zusammen mit dem Aufbauteam der Firma Reetec und dem belgischen Kranunternehmen Sarens auf die Errichtung der Multibrid M5000 in Bremerhaven vor.

Der Transport der einzelnen Sektionen von den Fertigungsstellen zum Standort der Errichtung erfordert ein hohes Maß an Logistik. Die drei Turmteile werden auf einem Ponton auf der Weser von Bremen nach Bremerhaven befördert und von dort über Nacht mit Schwerlasttransportern („Kamags“) zum Grauwallring gebracht. Mit einem Spezialkran werden die Elemente dann nacheinander gehoben und mit dem jeweils unteren Segment an Flanschen verschraubt. Die in der MWB-Halle bereits vormontierte Gondel und die Nabe werden für den Transport über die Straße wieder auseinandgebaut und nachts zum Turm transportiert. Dort wird zunächst die Gondel auf den Turm gesetzt.





Folgende Firmen waren an der Entwicklung und erfolgreichen Realisierung des Prototypen M5000 beteiligt :

aerodyn Energiesysteme GmbH
Pfleiderer Wind Energy GmbH
ALSTOM
PROKON Nord
Energiesysteme GmbH
DEWI Deutsches Windenergie
-Institut
REETEC GmbH
EUROS GmbH
RENK AG
FAG AG & Co.KG
Rothe Erde GmbH
Germanischer Lloyd GmbH
Sarens N.V./S.A

KSF Feld & Partner
Siempelkamp GmbH & Co. KG
Lust DriveTronics GmbH
SSC Turmbau
MAN B&W Diesel AG
Svendborg Brakes A/S
MWB Motorenwerke
Bremerhaven AG
Umisol GmbH
Oevermann GmbH & Co. KG
Windtec GmbH
OWT Offshore Wind
Technologie GmbH

Die Blätter werden am Boden in horizontaler Lage an der Nabe angebracht. Als letzter Schritt der Errichtung der M5000 wird der Rotorstern vom Kran gehoben, bei ausreichender Höhe ($>$ Rotorradius) um 90 Grad gedreht und an der Gondel montiert.

Mit der Verschiffung der Turmteile beginnt am 23. November die Errichtung der M5000; jeder Tag ist minutiös verplant.

22.11.2004 Montag morgens

Seit Tagen herrscht Sturm in Norddeutschland. Multibrid erfährt seit einer Woche täglich die Wettervorhersage für den Standort Bremerhaven von der Firma Wetterwelt aus Kiel. Für den nächsten Tag wird stark abnehmender Wind prognostiziert.

23.11. Dienstag

Der Tag startet mit Windgeschwindigkeiten in Sturmstärke. Ab 3 Uhr sinkt die Windgeschwindigkeit. Die Prognose von Wetterwelt trifft exakt zu. Vereinbarungsgemäß stehen die von Multibrid organisierten Transport-Mannschaften ab 6 Uhr in Bremen, auf dem ehemaligen Vulkan-Gelände, bereit zur Verladung des Turms. Mit mehr als 3 Stunden Verspätung beginnt die Verladung der drei Stahlurmsegmente. Zwei 30 m lange Segmente und das 10 m hohe Turmteil mit der Plattform sollen den bereits seit Mai fertig gestellten Betonsockel am Bremerhavener Grauwalling zum ca. 100 m hohen Turm ergänzen.

Auf Spezialfahrzeugen verlassen die beiden Segmente die Fertigungshalle und werden am Kai von zwei miteinander verbundenen Schwimmkränen der Firma Bugsier an die Haken genommen und anschließend einzeln auf dem Transport-Ponton abgesetzt. Abschließend wird das untere Segment stehend auf dem Ponton befestigt – mit ablaufendem Wasser beginnt der Transport auf der Weser nach Bremerhaven mit immer noch 2,5 h Verspätung. Nach wenigen Stunden Fahrt am Kaiserhafen angekommen, werden die bis zu 130 Tonnen schweren Turmteile wiederum von Schwimmkränen auf Schwertransporter verladen. Im Schrittempo bewegt sich die Plattform auf dem Weg durch das Hafengebiet zum Prototypenstandort – aufgrund der großen seitlichen Auslage der Container-Plattform mussten alle eventuellen Kollisionspunkte wie Straßenlaternen, Ampeln oder Bäume temporär entfernt werden.

Nach einer reibungslos verlaufenden „Fahrt“ durch das Bremerhavener Hafengebiet erreicht der Turm um Mitternacht seinen Bestimmungsort. Noch in der Nacht beginnt der Spezial-Raupenkran der Firma Sarens mit dem Abladen der Turmsegmente.

24.11. Mittwoch

Startschuss für die Anlagenmontage: Am Morgen wird das unterste Turmteil vom 135 m hohen Spezialkran auf den Betonturm gehoben – Millimeterarbeit für den Kranführer. Anschließend werden die über 150 Bolzen mit Muttern verschraubt; der Betonteil und das erste Stahlsegment sind verbunden.

25.11. Donnerstag

Die Installation des Umrichter- und des Trafo-Containers beginnt. Multibrid hat diese Container in 30 m Höhe konzipiert, exakt dort, wo zukünftig offshore genügend Abstand zur Wasseroberfläche gewährleistet werden soll. Nach dem Prinzip des „Plug and Play“ können die Container über Steckverbindungen mit der Anlage und dem Netz verbunden werden. Das mittlere Turmsegment wird am späten Nachmittag auf eine Höhe von jetzt ca. 37 m gehoben und angeflanscht.

In der Montage-Halle am Betriebs-sitz von Multibrid in Bremerhaven, in der die Gondel zusammengebaut und diversen Tests unterzogen wurde, beginnen am frühen Abend die Vorbereitungen für den Transport der Gondel und der Nabe. Nach weniger als 4 Stunden sind die letzten beiden Elemente für den Zusammenbau des 5 MW Prototypen an ihrem Bestimmungsort angelangt.

26.11. Freitag

Der Wetterbericht sagt zunehmende Windgeschwindigkeiten voraus. Und die Messgeräte zeigen mittags eine Windgeschwindigkeit von bis zu 18 m/s an. Die Montage des obersten Segmentes muss verschoben werden.

29.11. Montag

Der Turm ist seit dem Wochenende komplett montiert, die Spitze ist jedoch aufgrund des Nebels nicht zu erkennen. Heute soll die Anlage einen ihrer besonderen Offshore-Vorteile beweisen: noch nie wurde die komplette Gondel einer Windenergieanlage mit mehr als 5 MW Leistung in einem Hub gehoben und montiert. Bei Sichtweiten unter 50 m wird die Gondel gegen 14 Uhr von ihrem Träger gehoben: langsam stei-



gen die ca. 200 Tonnen Gewicht auf 100 m Höhe. 16 Uhr: Dieser Rekord ist geschafft – in weniger als 2 Stunden ist die komplette Gondel auf dem Turm montiert. Die erste Anspannung des Teams beginnt zu weichen. Der nächste Tag ist der Vorbereitung der Nabe für die Montage vorbehalten.

01.12. Mittwoch

16.30 Uhr: Der Kran beginnt mit dem letzten Teil seiner Arbeit und hebt langsam den gesamten Stern mit den jeweils 56,5 m langen Rotorblättern an. Nach 30 Minuten hat die Nabe ihre Sollhöhe erreicht. Der Kipp-Prozess hat exakt wie berechnet funktioniert. Eine Stunde später sind alle 72

Anschlusslöcher mit den Bolzen der Hohlwelle der Gondel verbunden.

Die Montage des Prototypen der Multibrid M5000 ist in der Rekordzeit von nur 8 Tagen erfolgreich abgeschlossen.

„Wir sind stolz auf die Leistung unseres gesamten Teams. Die wochenlange exakte Vorbereitungsarbeit aller Multibrid-Mitarbeiter war Garant für den nahezu reibungslosen Ablauf der Installation. Die Routine und die Motivation der Aufbauteams von Retec und Sarens haben den außergewöhnlichen Erfolg abgesichert. Die konzeptionellen Offshore-Vorteile der Multibrid-Konstruktion haben sich bereits bei der Montage bestätigt. Unser ausdrücklicher Dank



Allgemeine Angaben

Multibrid M5000

Gesamthöhe 160 m
 Nabenhöhe 102 m
 Rotordurchmesser 116 m
 Rotorfläche 10.568 m²
 Höhe der Plattform 34 m
 Gewichte:
 Gondel 200 t
 Nabe + Blätter 110 t
 Turm (Stahlteil inkl. Plattform) 313 t
 Betonturm 825 t
 Fundament 2.730 t

Betriebsdaten:

Nennleistung 5 MW
 Drehzahlbereich 5,9 – 14,8 min⁻¹
 Einschaltwindge. 4 m/s
 Nennwindge. 12 m/s
 Abschaltwindge. 25 m/s

Der jährliche Energieertrag an diesem Standort reicht aus, um ca. 4.000 3-Personen-Haushalte mit Strom zu versorgen.

gilt allen Beteiligten“, freut sich PROKON Nord-Geschäftsführer Ingo de Buhr.

Allgemeine Beschreibung

Mit der MULTIBRID M5000 wurde ein völlig neuartiges Anlagenkonzept entwickelt, das optimal den Bedingungen auf dem Meer angepasst ist. Die Vorteile dieser Windenergieanlage sind das geringe Gewicht und die Größe der Gondel, die eine Montage auf See in einem Hub ermöglichen. Dadurch fällt die Dimension des Turmes und des Fundamentes ebenfalls kleiner aus, was die Gesamtmasse und vor allem die Kosten verringert. Ein beständiger Überdruck in der Gondel und die gekapselte Bauweise bieten Schutz vor der salzhaltigen Seeluft. Das offensichtlichste Offshore-Merkmal ist jedoch die Plattform mit den darauf befindlichen Containern, die unter anderem den Umrichter und den Transformator beinhalten. Durch die offshore-spezifische Anordnung können bereits an Land Erfahrungen für den späteren Einsatz auf dem Meer gesammelt werden.

Die Einzelkomponenten der Gondel wurden in der Bremerhavener MWB Halle getestet und schließlich zu dem Herzstück der Anlage zusammengebaut.

Ein Maschinenträger aus Kugelgraphitguss beherbergt das neuartige und patentierte integrierte Trieb-





strangkonzep, den permanenterregten Synchrongenerator und das einstufige Planetengetriebe mit Stufenplaneten. Umschlossen wird das Ganze von einem design-prämierten Gehäuse aus GFK in Sandwichbauweise. Bei der Errichtung wird die Nabe mit den vormontierten Blättern an die Hohlwelle der nur 200 t schweren Gondel angeflanscht.

Das Gesamtgewicht des Turmkopfes liegt dann bei – für diese Leistungsklasse sehr geringen – 310 t.

Die Blätter wurden aus glas- und kohlefaserverstärkten Kunststoffen (GFK/CFK) von der Fa. Euros aus Berlin gefertigt. Die Länge eines Blattes beträgt 56,5 m und das Gewicht 16,6 t. Der Transport nach Bremerhaven erfolgte Ende Juni größtenteils nachts auf Spezial-LKW.

Die beiden oberen Stahlurmsegmente haben eine Länge von 30 m, das untere mit der Tür und der Plattform ist 10 m lang. Der Turm verbreitert sich vom Gondelanschluss mit 4,0 m auf 6,0 m Durchmesser am Anschlusspunkt zum Betonteil. Dort beträgt die Wandstärke 60 mm. Mit einer Gesamtlänge von ca. 70 m werden vom Stahlteil inklusive der Einbauten dann 313 t auf die Waage gebracht. Dieser wurde, wie auch die Plattform, von der Fa. SSC in Bremen hergestellt.

Der Betonturm steht auf einem Fundament aus 36 Ortbetonrammpfählen und ist inklusive Stahladapter 28,6 m hoch – bei einem unteren Durchmesser von 9,2 m. Insgesamt wurden über 3.500 t Beton von der Fa. Oevermann aus Münster am Grauwallring verbaut.

Besonderer Dank gilt der Stadt Bremerhaven und dem Land Bremen für die gute Zusammenarbeit bei der Ansiedlung und Projektbegleitung sowie dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die Unterstützung im Rah-

men eines Forschungs- und Entwicklungsprogramms.

MULTIBRID

**Entwicklungsgesellschaft mbH
Barkhausenstr. 60**

D - 27568 Bremerhaven

Telefon: + 49 471 / 80 04 - 0

Telefax: + 49 471 / 80 04 - 100

web: www.multibrid.com

email: info@multibrid.com

Photos : Jan Oelker, Radebeul.

Renk AG. Jens Hadel, Bremerhaven



**Aufbauteam von Reetec (von links):
Olaf Rehfeldt, Manfred-Rüdiger Kling,
Gunnar Dehmel**