



Offshore Windpower **M5000**

Effizient. Zuverlässig. Leistungsstark.



Bei uns hat die **Zukunft bereits begonnen**

Die Windenergie von morgen wird auf dem offenen Meer gewonnen. Leistungsstarke Offshoreanlagen sind die Herausforderung der Branche. Eine Herausforderung, die AREVA Wind angenommen hat – mit der M5000.



Unternehmen

Seit dem Jahr 2000 entwickelt, plant und produziert AREVA Wind die M5000: die weltweit erste Fünf-Megawatt-Windenergieanlage, die ausschließlich für große Offshore-Windparkprojekte konzipiert wurde. Hoch qualifizierte Mitarbeiter – Spezialisten aller Bereiche der Windtechnologie – und Zulieferer arbeiten dabei Hand in Hand. Diese Expertise sowie langjährige Erfahrung addieren sich zu einem klaren Wissens- und Technologievorsprung – konsequent umgesetzt in Fertigung, Inbetriebnahme, Service und Wartung.

Konsequent auch die Wahl des Standortes: AREVA Wind entwickelt und fertigt in Bremerhaven, direkt an der Kaimauer. Der logistisch optimale Standort ermöglicht die direkte Verschiffung der M5000 in Richtung der Offshore-Windparks.

Windenergie ist eine der vier erneuerbaren Technologien (Wind, Solar, Bioenergie, Wasserstoffenergie und Speichertechnologie) im Portfolio von AREVA Renewables. AREVA liefert ihren Kunden weltweit Lösungen zur CO2-freien Stromerzeugung.

Fertigung

Die Fertigung der M5000 zielt auf beste Praktikabilität: Ihre Errichtung auf dem Meer erfordert die kleinstmögliche Anzahl von Montagevorgängen. Am modernen Produktionsstandort in Bremerhaven montieren erfahrene Mitarbeiter die einzelnen Komponenten der M5000. Die produzierten Anlagen verlassen die Montagehallen zudem vollständig getestet.

+ Komplette Fertigung unserer Anlagen bis zur Verladung an der Kaikante



In der Fertigung setzt AREVA Wind auf Effizienz und Leistungsstärke. Die gesamte Produktion ist auf eine modulare Fertigungsweise ausgelegt. Verschiedene Baugruppen können so an spezialisierten Vormontagestationen parallel montiert werden. Die Anzahl von Montagevorgängen wird auf diese Weise bestmöglich minimiert. Dies bedeutet weniger Aufwand in der Endmontage der Gondeln und Leistungselektronik auf dem Meer. Der Ablauf garantiert eine optimale Durchführung aller Systemprüfungen vor der Auslieferung und sichert den durchgängig hohen Qualitätsstandard der AREVA Wind M5000. Die Auslieferung kann im Anschluss über ein an die Produktionshalle angrenzendes Schwerlastterminal realisiert werden.

Das sichert den durchgängig hohen Qualitätsstandard, auf den AREVA Wind stets Wert legt.

Die Fertigung der AREVA Wind M5000 ist in unterschiedliche Arbeitsbereiche gegliedert. Die Ausstattung des Turmteils oberhalb der Gründung, die sogenannte S3-Sektion, wird von einem spezialisierten Team ausgerüstet. Die Innovationen, die die 5 MW produzierende Windkraftenergieanlage in sich integriert, erfordern den Einsatz von spezialisierten Fachkräften. Jede größere Komponente der M5000 wurde eigens für den Offshoreeinsatz in Zusammenarbeit mit den Lieferanten dieser Maschinenteile entwickelt. Die

auf die klimatischen Bedingungen auf dem Meer ausgelegten Bestandteile der M5000 werden mit hoher Sensibilität verarbeitet. Der Fertigungsablauf integriert Messungen und Lasttests und ist durch eine gute Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Produktionsmitarbeitern zeitlich auf ein Minimum reduziert worden.

Die beschriebenen Umstände und ein weiterer Ausbau der Produktion versetzen AREVA Wind in die Lage, eine steigende Stückzahl der 5 Megawatt Windkraftanlage zu fertigen.

Das Konzept

Die AREVA Wind M5000 vereint alles, was eine hochwertige Off-shorewindenergieanlage ausmacht: Zuverlässigkeit, Effizienz und Leistungsstärke. Ihre Technologie ist ausgereift und perfekt auf den spezifischen Einsatzort zugeschnitten.



» Leicht

Die M5000 ist trotz ihrer Leistung von fünf Megawatt ein Leichtgewicht. Gondel und Rotor wiegen zusammen nur rund 349 Tonnen. Dieses vergleichsweise geringe Gewicht vereinfacht sowohl Transport als auch Aufbau der Anlage – ein entscheidender Faktor bei Arbeiten auf dem offenen Meer. Die Gondel wird an Land von qualifizierten Mitarbeitern von AREVA Wind bereits so weit montiert, dass sie offshore als komplette Einheit auf den Turm gehoben werden kann. Das spart Zeit, Kosten und gewährt ein hohes Maß an Sicherheit. Insbesondere aber lässt das geringe Gondelgewicht kostengünstige Turm- und Gründungsstrukturen zu.

» Kompakt

Kompakt mit Konzept! Die AREVA Wind M5000 ist ein Raumwunder, das auf kleinster Fläche umfassende Technologie beherbergt. Die besondere Anordnung der Technik in der vergleichsweise kleinen Gondel ist das Resultat ausführlicher Studien an konventionellen Anlagen. Möglich wird die platzsparende Bauweise durch die intelligente Integration von Rotorlager, Getriebe und Generator: Bei allen Bauteilen wurde auf unnötige Gehäuse verzichtet. Die geringen Abmessungen der Anlage erlauben kurze Wege der Lastübertragung in den Turmkopf – optimal für Offshorewindenergieanlagen.

+ Die M5000 ist entsprechend der neuesten internationalen Normen (Din ISO 9001-Zertifizierung) gefertigt und zertifiziert.



>> Zuverlässig

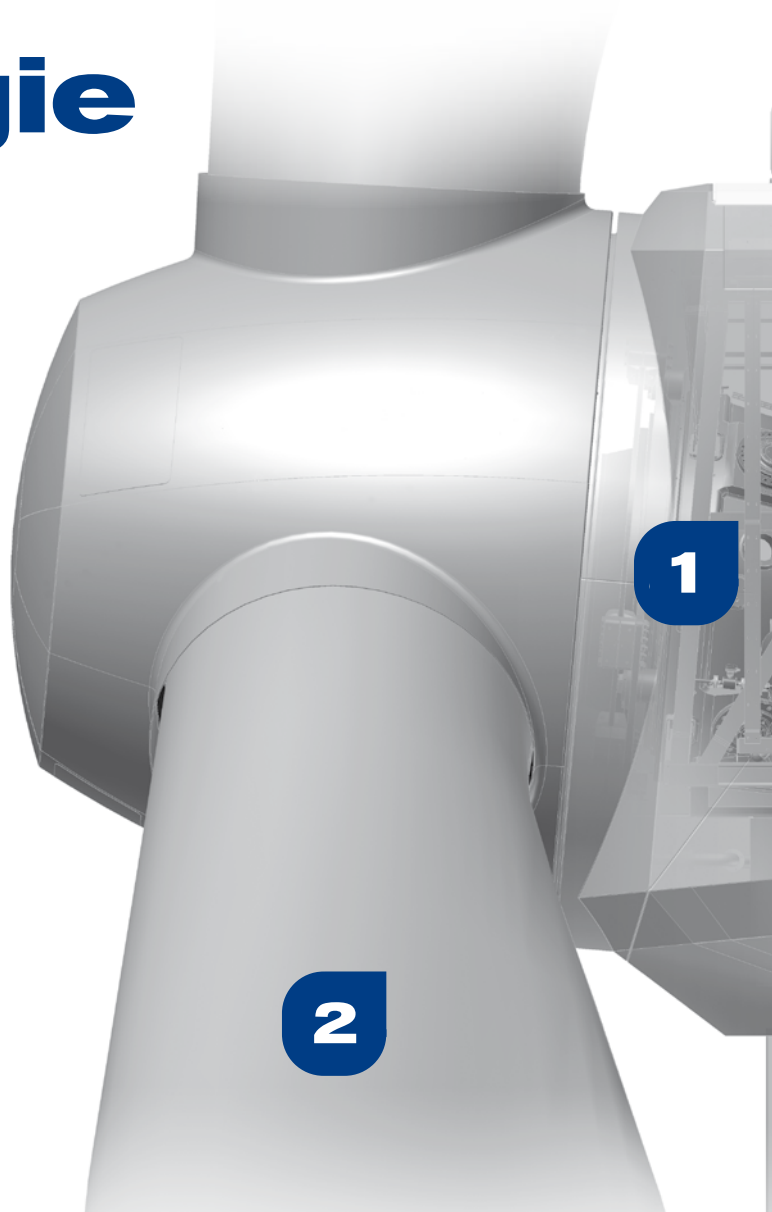
Der für die Anlageneffizienz großer Windenergieanlagen entscheidende Faktor Zuverlässigkeit war von der ersten Planung an oberste Prämisse. Das niedrige Drehzahlniveau und die geringe Anzahl von bewegten Teilen und Wälzlagern reduzieren das Risiko von Schäden der AREVA Wind M5000 im zentralen Antriebsstrang auf ein Minimum. Zudem sind alle betriebswichtigen Hilfsaggregate und Sensoren doppelt vorhanden, ihr Ausfall führt nicht zum Stillstand. Ein spezielles System meldet zuverlässig jede Unregelmäßigkeit und gibt permanenten Überblick über den Status der Technik. Das macht Wartungseinsätze planbar und doppelt effizient.

>> Geschützt

Der dauerhafte Schutz der Anlagentechnik vor der korrosiven See-Atmosphäre ist eine Grundvoraussetzung für eine lange Lebensdauer von Offshore-Windenergieanlagen. Die AREVA Wind M5000 besitzt deswegen ein patentiertes Luftaufbereitungssystem zum Schutz der Technik. Das System saugt Außenluft an und filtert die aggressiven Bestandteile heraus. Dabei entsteht ein Überdruck, der die gesamte Anlage vor schädigenden Außeneinflüssen abkapselt. So können weder Salz noch Feuchtigkeit der M5000 Schäden zufügen – dank der ausgefeilten AREVA Wind-Technologie.

Innovative Technologie

Das Besondere an der M5000 ist ihre solide Technologie. Erfahrungen an konventionellen Anlagentypen wurden von den AREVA Wind-Experten aufgegriffen und in eine innovative Offshore-Anlagentechnik übersetzt, die ihresgleichen sucht.



1



Rotorlager/Getriebe

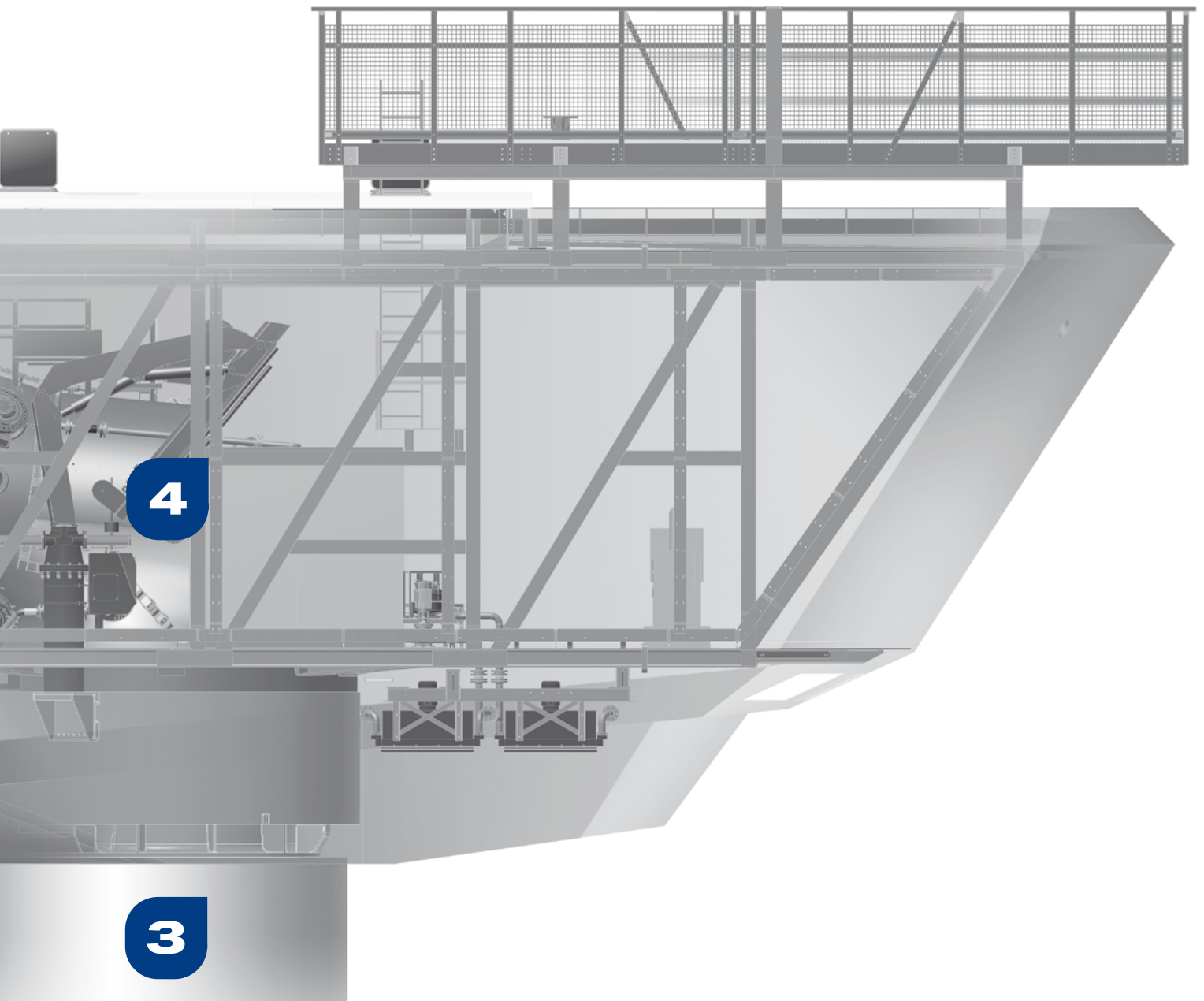
Ein zweireihiges Kegelrollenlager verbindet den Rotor mit dem Maschinengehäuse. Die geometrische Anordnung von Rotorlagerung und Getriebe ist so gewählt, dass dynamische Rotorlasten keinen störenden Einfluss auf die Zahneingriffe nehmen können. Das schrägverzahnte Planetengetriebe gewährleistet zudem eine optimale Schmierung aller Wellen und Räder. Unabhängig davon wird das Rotorlager permanent vom Getriebe mit Öl versorgt.

2



Rotor

Die Last übertragenden Strukturen der Rotorblätter der M5000 sind aus Kohlefaser gefertigt. Das sichert eine hohe Steifigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht. Die spezielle Aerodynamik der Rotorblätter garantiert eine hohe Ertragsstärke und senkt die Schallemissionen erheblich. Drei voneinander unabhängig arbeitende elektrische Blattverstellungssysteme sorgen für eine hochdynamische Blattwinkel Anpassung und maximale Sicherheit im Störfall. Durch eine vollständig geschlossene Rotornabe ist die Verstellmechanik bestens gegen Witterungseinflüsse geschützt.



3



Luftaufbereitung

Die M5000 besitzt ein Luftaufbereitungssystem im Zugangsbereich der Windenergieanlage. Dieses saugt Außenluft an, welche in mehreren Stufen von Salz- und Feuchtigkeitspartikeln gereinigt wird. Das Reinigungsprinzip beruht auf der trägheitsbedingten Abscheidung von Wasserpartikeln. Die aufbereitete Luft wird in den Turm ausgeblasen und sorgt dafür, dass keine salzhaltige Umgebungsluft in die Windenergieanlage eindringt.

4



Generator/Umrichter

Der Permanentmagnet-Synchrongenerator ist direkt in das Maschinengehäuse eingebaut. Da der Läufer des Generators auf der Abtriebswelle des Getriebes montiert wurde, benötigt er keine eigenen Lagerungen. Die Permanentmagnet-Technologie erzielt in Kombination mit dem Vollumrichter maximale Drehzahlbandbreite und damit optimale elektrische und aerodynamische Wirkungsgrade. Der Generator ist über einen 4Q-Vollumrichter mit dem Netz verbunden, der maximale Drehzahlvariabilität und die Einhaltung sämtlicher Netzrichtlinien erlaubt.

Service und Wartung

Um Wartungs- und Servicearbeiten auf hoher See langfristig planen und zu effektiven Einsätzen bündeln zu können – gleichzeitig eine optimale Kontrolle der M5000 mit entsprechender Hardware, Sensorenkonzepte und Visualisierung anzubieten – bieten wir Windparkbetreibern die notwendige Übersicht über ihre Windenergieanlagen.



» Herausforderung Offshore Service

Die Erreichbarkeit eines Offshore-Windparks ist stark witterungsabhängig. Deshalb ist die Technik der AREVA Wind M5000 speziell für lange Wartungsintervalle ausgelegt. Ein hochwertiges Überwachungssystem garantiert die ständige Kontrolle der WEA: Dies erlaubt einen verlässlichen Überblick über den Betrieb der M5000. Eine integrierte Zustandsüberwachung ermöglicht darüber hinaus stets eine präzise Analyse der Anlagenkomponenten. Dadurch lassen sich Wartungs- und Servicearbeiten auf hoher See langfristig planen und zu effektiven Einsätzen bündeln. Lassen die Wetterverhältnisse einen Serviceeinsatz einmal nicht zu, reagiert die

Anlage von selbst: Sie schaltet an entsprechender Stelle die doppelt vorhandenen Komponenten zu. Die M5000 läuft sicher weiter

» Online CMS

Die M5000 wurde speziell für Offshore Projekte entwickelt. Deshalb ist sie mit zwei Arten von online Condition Monitoring Systemen ausgestattet. Das sorgt für einen verlässlichen und sicheren Betrieb der Windenergieanlage. Längere unvorhersehbare Stillstandzeiten können so verhindert werden. Das online Condition Monitoring System (CMS) für den gesamten Antriebsstrang vom Rotorlager über Generator und Getriebe ist speziell auf das niedrige



+ Service und Wartung unter den spezifischen Offshore Bedingungen

Drehzahlniveau der M5000 angepasst. Eine lange Lebensdauer der Rotorblätter ist ausschlaggebend für die ökonomische Effizienz von Windenergieanlagen, deshalb ist die M5000 zusätzlich mit einem Rotorblatt-Überwachungssystem ausgestattet. Mit der Schadensfrüherkennung ist es unter anderem möglich, langfristige Planungen für deren Ersatz zu erarbeiten.

➤ MULTIVIS

Um die höchste Verfügbarkeit zu erreichen, ist die AREVA Wind M5000 mit einem selbst entwickelten Kontrollsystem namens MULTIVIS (AREVA Wind Visualisierung) ausgestattet, das einen unverzüglichen, direkten Zugriff auf die Anlagensteuerung und auf alle für den Betrieb wichtigen Komponenten gewährleistet. So können neben Temperaturen, Durchflussgeschwindigkeiten und z.B. Schalthäufigkeiten auch Parameter und der Zustand der Komponenten überwacht werden. Ein Großteil der auftretenden Fehler- und Statusmeldungen kann online mit MULTIVIS behoben werden.



24/7 – In unserem Monitoring Center werden die Windenergieanlagen zur Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr überwacht. Ein telefonischer Support ist ebenso gewährleistet wie auch eine vorausschauende Einsatzplanung unter Berücksichtigung der existierenden Witterungsbedingungen.

Unsere Servicetechniker sind speziell auf die in der M5000 verbauten Komponenten geschult und werden stets auf dem Laufenden gehalten. Ein hoher Qualitäts- und Sicherheitsstandard von der Inbetriebnahme über Wartungsarbeiten bis hin zu Instandsetzungen hat im Service höchste Priorität. Ein routinierter Einsatz von Helikoptern und Schiffen dient der schnellen und effizienten Erreichung der WEA.

Offshore-projekt alpha ventus

Eine Vision wird Wirklichkeit. Die Errichtung von sechs Anlagen des Typs M5000 in 30 Metern Wassertiefe im ersten Deutschen Offshore Testfeld etwa 45 Kilometer vor Borkum ist AREVA Wind in Rekordzeit geglückt. Als Generalunternehmer ist der Windkraftanlagenhersteller aus Bremerhaven stolz, die von Anfang an für den Offshoreeinsatz konzipierten 5 Megawatt erzeugenden Turbinen, Türme, Gründungsstrukturen und Rotorsterne installiert zu haben.



+ Die Auswahl der Gründungsstruktur für die M5000 hängt von den Spezifikationen des Windparks in der sie errichtet wird ab. Für alpha ventus empfahlen sich bei der Wassertiefe von etwa 30 Metern dreibeinige Gründungen, die Tripods, die mit Pfählen im Untergrund der Nordsee befestigt sind.



>> Windpark

Sechs AREVA Wind M5000 wurden unter den Vorgaben des Standardkonstruktionsdesigns des Bundesamts für Schifffahrt im Deutschen Offshore Testfeld errichtet und erzeugen bereits Strom. alpha ventus ist der erste Deutsche Windpark, der auf See unter echten Offshorebedingungen und in dieser erheblichen Wassertiefe gebaut wird. Konstruktion, Errichtung, Betrieb und Integration in das Stromversorgungsnetz, die in alpha ventus getestet werden, sollen wesentliche Erfahrungen für die weitere zukünftige Entwicklung von Offshore-Windparks liefern. Hier ist eine große Vision bereits alltägliche Wirklichkeit für den Windkraftanlagenhersteller AREVA Wind geworden. Das Testfeld wird etwa 50 000 Haushalte mit Strom beliefern können.

transportiert, um sie dort an ihrem Verankerungsort abzusetzen. Die Turmteile wurden an Bord einer Jack-up Plattform zum Baufeld gebracht und in einem Schritt installiert. Das untere Turmteil (S3), das auf den Tripod aufgesetzt wird, hat ein Gewicht von etwa 165 Tonnen und beinhaltet wesentliche elektrotechnische Bestandteile der AREVA Wind M5000. Das darauf passende Turmteil, das S2 Segment, wiegt 104 Tonnen. Im nächsten Schritt sind dann das oberste Turmteil (S1) sowie Gondel und Rotor installiert worden. Um die Gondel von 244 Tonnen, Rotorstern und Turmteil zu transportieren, bedurfte es einer größeren Errichtungsplattform. Turmteil (S1) und Gondel wurden in einem kurzen Zeitfenster hintereinander installiert.

>> Errichtung und Verladung

Die Errichtung und Inbetriebnahme konnten in wenigen Monaten parallel bearbeitet werden. Die Hauptkomponenten wie die Gründungsstrukturen, die Gondel, Rotornabe und Rotorblätter wurden nach Eemshaven in den Niederlanden transportiert und dort bis zum Aufbau gelagert.

Mit dem Taklift 4 Schwimmkran wurden die 45 Meter hohen Gründungsstrukturen – die Tripods – mit einem Gewicht von je 710 Tonnen nach alpha ventus

>> Inbetriebnahme

An dieser Stelle des Projektverlaufs wurde nach Abschluss der Errichtung des aus Spezialisten bestehenden Installationsteams mit der Inbetriebnahme begonnen. Darauf folgt dann die Einstellung für den Dauerbetrieb der 5 Megawatt herstellenden Offshore Windkraftanlage.

Das Projekt alpha ventus besteht insgesamt aus zwölf Windenergieanlagen und gehört der Betreiber-gesellschaft DOTI, Deutsche Offshore-Testfeld- und Infrastruktur GmbH & Co. KG.

AREVA liefert ihren Kunden Lösungen zur CO₂-freien Stromerzeugung. Mit ihrem umfangreichen Know-how und ihrer Expertise setzt die Unternehmensgruppe in ihren Märkten Maßstäbe. AREVA handelt mit Verantwortungsbewusstsein und im Streben nach kontinuierlicher Verbesserung.

Als Weltmarktführer im Bereich Kernenergie bietet AREVA ein einzigartiges, integriertes Leistungsspektrum an. Es umfasst den kompletten Brennstoffkreislauf, Konstruktion, Planung und Bau von Reaktoren sowie zugehörige Serviceleistungen. Darüber hinaus verstärkt das Unternehmen sein Engagement im Bereich der erneuerbaren Energien (Wind-, Solar- und Bioenergie, Wasserstoff). Ziel ist es, bis 2012 eines der drei global führenden Unternehmen auf diesem Gebiet zu sein.

48 000 Mitarbeiter von AREVA tragen täglich dazu bei, dass die Synergien zwischen diesen beiden Formen der CO₂-freien Stromerzeugung bestmöglich genutzt werden können. Damit ermöglichen sie immer mehr Menschen Zugang zu sicherer, umweltfreundlicherer und kostengünstigerer Energie.

www.areva.com

