

BERICHT UND ANTRAG
DER REGIERUNG
AN DEN
LANDTAG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN
BETREFFEND
DEN BUDGETNACHTRAG ZUR BETEILIGUNG AM OFFSHORE
WINDPARK „OCEAN BREEZE 1“ DURCH DIE LIECHTENSTEINISCHEN
KRAFTWERKE

<i>Behandlung im Landtag</i>	
	<i>Datum</i>
Schlussabstimmung	

Nr. 63/2009

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	4
Zuständiges Ressort	4
Betroffene Amtsstellen	4
I. BERICHT DER REGIERUNG	5
1. Ausgangslage	5
1.1 Allgemeines	5
1.2 Das Projekt Ocean Breeze 1	6
2. Notwendigkeit der Vorlage.....	7
3. Räumliche, organisatorische und personelle Auswirkungen	8
4. Finanzielle Auswirkungen	8
II. ANTRAG DER REGIERUNG	9
 Beilagen:	
– Projektskizze „Ocean Breeze Windpark“	

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der strategischen Bemühungen der Liechtensteinischen Kraftwerke (LKW) ist es unter anderem, den Eigenversorgungsgrad an elektrischer Energie massgeblich zu erhöhen, um so die Abhängigkeit vom Ausland zu minimieren. Zur Erreichung dieses Ziels, werden diverse Massnahmen im In- und Ausland geprüft. Eine solche Massnahme bildet die im vorliegenden Bericht skizzierte Beteiligung an einem Offshore-Windpark „Ocean Breeze 1“ in der Nordsee.

Die LKW haben in ihrem Voranschlag für das Jahr 2009 für Beteiligungen einen Betrag von CHF 2.2 Mio. vorgesehen. Für eine Beteiligung am benannten Offshore Windpark „Ocean Breeze 1“ ist ein Betrag von CHF 5 Mio. notwendig. Aufgrund der Verordnung vom 2. November 1976 betreffend das Organisationsstatut für die Anstalt Liechtensteinische Kraftwerke Art. 12 Abs. 1 hat der Verwaltungsrat wenn für einen im Laufe des Geschäftsjahres notwendigen Aufwand der Kredit fehlt oder der im Voranschlag bewilligte Kredit nicht ausreicht, vor Eingehung der neuen Verpflichtung oder Vornahme der Zahlung die Genehmigung des Landtages einzuholen.

Die Regierung beantragt aus diesem Grund den vorliegenden Bericht über die Beteiligung am Offshore Windpark „Ocean Breeze 1“ durch die LKW zur Kenntnis zu nehmen und den dadurch notwendigen Budgetnachtrag im LKW-Budget in der Höhe von CHF 2.8 Mio. zu genehmigen.

ZUSTÄNDIGES RESSORT

Ressort Wirtschaft

BETROFFENE AMTSSTELLEN

Amt für Volkswirtschaft

Vaduz, 25. August 2009

P

Sehr geehrter Herr Landtagspräsident,
Sehr geehrte Frauen und Herren Abgeordnete

Die Regierung gestattet sich, dem Hohen Landtag nachstehenden Bericht und Antrag betreffend den Budgetnachtrag zur Beteiligung am Offshore Windpark Ocean Breeze 1 durch die Liechtensteinischen Kraftwerke zu unterbreiten.

I. **BERICHT DER REGIERUNG**

1. **AUSGANGSLAGE**

1.1 **Allgemeines**

Eines der prioritärsten Ziele der strategischen Bemühungen der Liechtensteinischen Kraftwerke (LKW) ist es, den Eigenversorgungsgrad an elektrischer Energie auszubauen um die diesbezügliche Abhängigkeit vom Ausland zu minimieren und eine Nachhaltige Versorgung gewährleisten zu können. Zur Erreichung dieses Ziels werden diverse Massnahmen im Inland sowie im Ausland geprüft. So werden derzeit diverse Abklärungen betreffend Nutzung nachhaltiger Energien im Inland vorgenommen, weiters werden betreffend Massnahmen im Ausland diverse Möglichkeiten von Beteiligungen geprüft.

Bei den Beteiligungsmöglichkeiten im Ausland stehen Wasserkraft und Windkraft im Vordergrund. Im Bereich Windkraft gibt es verschiedene Möglichkeiten, die bereits durch die LKW untersucht wurden oder aktuell evaluiert werden. Neben Onshore-Windanlagen (z.B. in Zusammenarbeit mit der Stiftung Fürst von Liechtenstein) sind in der Nord- und Ostsee viele Offshore-Projekte in Planung und teilweise auch schon in Ausführung. Die meisten dieser Windparks werden von grossen Energieversorgern wie RWE, E.ON oder Vattenfall realisiert und eine Beteiligung von kleineren Elektrizitätsversorgern ist in der Regel nicht möglich.

1.2 Das Projekt Ocean Breeze 1

Das Projekt „Ocean Breeze 1“ soll durch einen Zusammenschluss von Stadtwerken und kleineren/mittleren Energieversorgern realisiert werden. Zu diesem Zweck wurde am 12. August 2009 die „SüdWestStrom Windpark GmbH & Co KG“ gegründet. Die Gesellschafter investieren zu unterschiedlichen Anteilen in den 400 Megawatt-Windpark, wobei die Gesellschafteranteile und entsprechende Rechte sich nach der Beteiligungsgrösse richten. Der Verwaltungsrat der LKW hat in seiner Sitzung vom 3. Juli 2009 beschlossen, sich mit einer installierten Leistung von 5 Megawatt (MW) an diesem Windpark zu beteiligen.

Aus 5 MW installierter Leistung wird gemäss Windprognose ein Ertrag von ca. 20GWh pro Jahr erwartet. Liechtensteins jährlicher Energieverbrauch liegt bei rund 380GWh pro Jahr. Somit entspricht der Produktionsanteil der LKW in etwa 5 Prozent des Landesabsatzes. Die Gesellschaft wird die Energie in das deutsche Stromnetz einspeisen und in der Anfangsphase die Förderung nach EEG (Erneuerbare Energien Gesetz, Deutschland) in Anspruch nehmen. Dieses sieht eine attraktive Einspeisevergütung in den ersten Betriebsjahren vor.

Der Windpark wird über eine Projektfinanzierung abgewickelt, für welche aktuell die Verhandlungen kurz vor dem Abschluss stehen. Voraussichtlich wird die Ei-

genkapitalquote bei 30-35 Prozent liegen. Dies bedeutet, dass bei einem Gesamtinvestitionsvolumen von 1.4 Mia. Euro etwa 500 Mio. Euro durch die „Süd-WestStrom Windpark GmbH & Co KG“ aufgebracht werden muss. Bei der vorgesehenen Beteiligung der LKW bedeutet dies entsprechend einem Eigenkapitalbedarf von ca. € 6.25 Mio. resp. ca. CHF 10 Mio.

Das Projekt wird durch die Firma BARD Engineering, Bremen schlüsselfertig geplant und ausgeführt. Die Preisverhandlungen stehen ebenfalls kurz vor dem Abschluss.

Das Projekt wurde durch unabhängige Firmen detailliert geprüft (Vertrags- und Finanzierungs-Due-Diligence: Clifford Chance; technische Due-Diligence: Garrad Hassan; Wirtschaftlichkeits-Due-Diligence: PriceWaterhouseCoopers). Ausserdem wird das Projekt von den finanzierenden Banken detailliert geprüft. Aus dem aktuellen Verhandlungsstand resultiert eine Eigenkapitalrendite von 7 -12%. Eine weitere Verbesserung dieser Rendite kann durch die Unterstützung der EIB (European Investment Bank) entstehen, die aktuell noch verhandelt wird.

2. NOTWENDIGKEIT DER VORLAGE

Gemäss Verordnung vom 2. November 1976 betreffend das Organisationsstatut für die Anstalt Liechtensteinische Kraftwerke Art. 12 Abs. 1 hat der Verwaltungsrat „(...) wenn für einen im Laufe des Geschäftsjahres notwendigen Aufwand der Kredit fehlt oder der im Voranschlag bewilligte Kredit nicht ausreicht, vor Eingehung der neuen Verpflichtung oder Vornahme der Zahlung die Genehmigung des Landtages einzuholen.“

Für Beteiligungen an Stromproduktionsanlagen haben die LKW für das Jahr 2009 CHF 2.2 Mio. budgetiert. Gemäss dem aktuellen Finanzierungsplan sind für den

LKW-Anteil am Windpark „Ocean Breeze 1“ im Jahr 2009 € 3.25 Mio. oder ca. CHF 5.0 Mio. in die Projektgesellschaft einzuzahlen.

Da, wie oben beschrieben, im Voranschlag 2009 der LKW für Beteiligungen ein Betrag von CHF 2.2 Mio. vorgesehen war, ist es aufgrund der gesetzlichen Vorgaben notwendig, für den Restbetrag von CHF 2.8 Mio. die Genehmigung des Landtags einzuholen.

Die Finanzierung der Differenz (von 2.2 Mio. auf 5 Mio.) der Beteiligung wird durch den Abbau flüssiger Mittel bzw. die Ausschöpfung des Kreditrahmens bei der LLB erfolgen und hat somit bis auf einen vernachlässigbaren Zinsaufwand keine Auswirkungen auf das Jahresergebnis der LKW.

3. RÄUMLICHE, ORGANISATORISCHE UND PERSONELLE AUSWIRKUNGEN

Mit der Genehmigung des Budgetnachtrags im LKW-Budget zur Beteiligung am Offshore Windpark „Ocean Breeze 1“ durch die LKW sind für das Land keine räumliche, organisatorische und personelle Auswirkungen zu erwarten.

4. FINANZIELLE AUSWIRKUNGEN

Mit der Genehmigung des Budgetnachtrags im LKW-Budget zur Beteiligung am Offshore Windpark „Ocean Breeze 1“ durch die LKW sind für das Land keine finanziellen Auswirkungen zu erwarten.

II. ANTRAG DER REGIERUNG

Aufgrund der vorstehenden Ausführungen unterbreitet die Regierung dem Landtag den

Antrag,

der Hohe Landtag wolle den vorliegenden Bericht über die Beteiligung am Offshore Windpark „Ocean Breeze 1“ durch die LKW zur Kenntnis nehmen und den dadurch notwendigen Budgetnachtrag im LKW-Budget in der Höhe von CHF 2.8 Mio. gemäss Art. 12 Abs. 1 der Verordnung vom 2. November 1976 betreffend das Organisationsstatut für die Anstalt Liechtensteinische Kraftwerke genehmigen.

Genehmigen Sie, sehr geehrter Herr Landtagspräsident, sehr geehrte Frauen und Herren Abgeordnete, den Ausdruck der vorzüglichen Hochachtung.

**REGIERUNG DES
FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN**

Der Ocean Breeze Windpark

1. Die BARD-Gruppe - Entwickler des Ocean Breeze Windparks

Die BARD Engineering GmbH wurde im September 2003 von Dr. Arngolt Bekker in Bremen gegründet. BARD entwickelt seit 2004 Windturbinen für den Einsatz auf See. Geschäftszweck ist Bau und Betrieb von Windfarmen. BARD deckt die gesamte für ein solches Projekt notwendige Versorgungskette selbst ab und besitzt daher eine hohe Unabhängigkeit von dritten Parteien.

2. Das Projekt

Die Ocean Breeze Windfarm wird von der BARD Engineering GmbH in der Nordsee, etwa 100 km von der Küste entfernt in der Ausschließlichen Wirtschaftszone, gebaut. Die Windfarm wird aus 80 x 5 MW Windturbinen des Typs BARD 5.0 bestehen und wird damit eine Gesamtleistung von 400 MW haben. Die notwendige Baugenehmigung wurde vom "Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie" am 11. April 2007 erteilt. Die Windfarm befindet sich in einer der besten Windregionen Deutschlands, mit Windstärken in einem Bereich von 9 bis 12 m/s, was ein deutlich höheres Potenzial bietet als Standorte an Land (5 bis 8,5 m/s). Es wird erwartet, dass der Windpark etwa 1,7 TWh jährlich produzieren wird, was dem Strombedarf von etwa 400.000 Haushalten entspricht. Der Bau der Windfarm selbst wird etwa zwei Jahre in Anspruch nehmen. Für die Aufstellung der Fundamente und der Turbinen ist ein Spezialschiff erforderlich, ein so genanntes Hubschiff. Die Plattform des Schiffes ist mit vier Teleskopbeinen ausgerüstet, jedes über 70 m lang, die zum Meeresgrund abgelassen werden, um das Schiff aus dem Wasser zu heben.

Die Windturbinen selbst werden auf speziellen Tripile-Fundamenten aufgestellt, die für den Einsatz im tiefen Wasser konzipiert wurden. Die Windturbinen werden in einem 33 kV-Kabelsystem zusammengeschaltet. Die erzeugte Energie wird über eine Umspannstation zum öffentlichen Stromnetz in etwa 180 km Entfernung übertragen. Der nächstgelegene Stromnetzbetreiber ist die E.ON Offshore Netz GmbH, die gesetzlich dazu verpflichtet ist, die 100 km Seekabel und 80 km Landkabel auf eigene Kosten zu verlegen.

Betrieb und Wartung des Windparks und der Umspannplattform auf See werden über ein Kontrollzentrum auf See organisiert und verwaltet. Dieses Kontrollzentrum ist außerdem für die Bereitstellung von Ersatzteilen verantwortlich, die für Wartung und Betrieb erforderlich sind. Ein zweites Spezialschiff steht auf See jederzeit für Transportdienste, auch bei schlechten Wetterbedingungen, bereit. In den Wartungsverträgen garantiert BARD eine Verfügbarkeit von 96 %.



Abbildung 1: Lage des Windparks Ocean Breeze 1 in der Nordsee

3. Die Komponenten der Windfarm

3.1 BARD 5.0 Offshore-Turbine

Der Einsatz von Windturbinen in tiefen Gewässern und auf offener See stellt aufgrund der speziellen Umgebung neue technische Herausforderungen dar. Momentan bieten nur sehr wenige Hersteller entsprechende Maschinen an, was bereits jetzt zu einem Versorgungsengpass führt.

Dies war einer der Hauptgründe, warum BARD sich bereits zu einem frühen Zeitpunkt entschlossen hat, für das Projekt eigene Offshore-Turbinen zu entwerfen und zu bauen. Die BARD 5.0 5MW Windturbine – eine ausschließlich für den Einsatz auf See entwickelte Turbine - wurde in Zusammenarbeit mit Aerodyn Energiesysteme GmbH in Rendsburg entwickelt und ist für den Einsatz unter rauen Bedingungen auf See geeignet. Die ersten Tests an Land wurden Ende 2007 gestartet und ergaben viel versprechende Ergebnisse. Zusätzlich wurde 2008 im Fluss Jade, in der Nähe von Wilhelmshaven, in Hooksiel, in einer Wassertiefe von 2 bis 8 m und einer Entfernung von 400 m zur Küste, eine Test- und Demonstrationsturbine in "Küstennähe" installiert. Das BARD 5.0 Maschinenhaus wiegt etwa 280 Tonnen, was dem durchschnittlichen Wert heutiger 5 MW-Turbinen entspricht. Der Rotorschacht dreht sich auf einem doppelreihigen, konischen Rollenlager, welches zusammen mit der Kraftübertragung auf einer vibrationsarmen Grundplatte aus Kugelgraphitgusseisen montiert ist. Antriebseinheit, einschliesslich Rotorwelle, Übertragungseinheit, Antriebswelle, Generator und Umwandler für die ersten zwei Turbinen wurden von der Winergy AG in Voerde/Friedrichsfeld, Deutschland, entwickelt. Winergy ist weltweiter Marktführer für Windturbinengetriebe. Das Überwachungssystem von Winergy wurde vom Allianz Zentrum für Technologie (AZT), einer angesehenen Institution für technische Überwachung, getestet und zertifiziert.

Die BARD-Turbine integriert weltweite Erfahrung bei der Windenergieanlagenplanung auf See und deren Betrieb. Ein dreiblättriger Rotor mit einem Durchmesser von 122 m wird herkömmlich in Windrichtung an das Maschinenhaus angebracht. Aufgrund des Durchmessers erreicht eine BARD 5.0 bereits bei niedrigen Windgeschwindigkeiten hohe Ausgangsleistungen und produziert dennoch auch bei hohen Windgeschwindigkeiten Energie. BARD 5.0 Turbinen erzeugen Strom bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s, das entspricht 2 Beaufort, einer leichte Brise. Windmessungen der 'FINO I'-Forschungsplattform in der Nähe der Insel Borkum haben gezeigt, dass der Wind auf der Hochsee den oben erwähnten Wert während 90% des Jahres überschreitet.



Abbildung 2: BARD Windturbine

Das bedeutet, dass wahrscheinlich mehr als 8.000 Stunden erneuerbarer Energie in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden können.

Fünf Azimutantriebe zwischen dem Mast und dem Maschinenhaus stellen eine optimale Positionierung des Rotors im Wind sicher. Die Ausgangsleistung wird durch den Neigungswinkel reguliert, mit dem die Rotorblätter gegen den Wind positioniert werden. Jedes Blatt wird durch seinen eigenen Motor positioniert, der über einen batteriegesicherten Frequenzumwandler gesteuert wird. Das stellt sicher, dass die Turbine alle Blätter anhalten kann, auch bei einem Ausfall des kompletten Stromnetzes. Überschreitet die Windgeschwindigkeit 3 m/s, startet die Steuerung die Windturbine automatisch und die Motoren bewegen die Rotorblätter der Turbine in die Startposition. Bei einer Windgeschwindigkeit von 12 m/s erreicht die BARD 5.0 ihre nominale Ausgangsleistung, bei höheren Windgeschwindigkeiten stabilisiert die Turbine ihre Ausgangsleistung auf 5 MW. Um sicherzustellen, dass der Generator mit der gewünschten konstanten Drehkraft arbeitet, passt sich die Steuerung den Blätterwinkel fortwährend der aktuellen Windgeschwindigkeit an.

Falls der Wind eine Geschwindigkeit von 30 m/s erreicht, was einem Sturm der Stärke 11 entspricht, stellen sich die Rotorblätter in die "Vane Position", was dem Wind die geringste Angriffsfläche bietet. Um diese gewaltigen Kräfte abzufangen, hat BARD ein doppelreihiges, konisches Rollenlager als Hauptlager für den Rotorschacht ausgewählt. Das Getriebe wird von der Winergy AG zur Verfügung gestellt und ist mit zwei Planetenstufen und einer Schneckenstufe ausgestattet. Bei dem Generator handelt es sich um einen doppelgespeisten, asynchronen Generator, der ein gut erprobtes Konzept für Multi-Megawattturbinen von zwei bis fünf MW darstellt. Der Frequenzumwandler wurde als modulares, redundantes Design konstruiert. Falls ein Modul ausfällt, ist das gesamte System nicht gefährdet. Dieser redundante Aufbau garantiert eine hohe Verfügbarkeit und effiziente Wartung.

In Übereinstimmung mit den beteiligten unabhängigen Beratern basiert das Design der BARD 5.0 Turbinen weitgehend auf gut bekannten Konzepten und Komponenten (z. B. Getriebe, Generator, Drehscheibe, Pitch- and Yaw-System, Konverter, Tower), die momentan bei Turbinen dieser Megawattklasse verwendet werden. Andere Komponenten, wie z. B. die Rotorblätter oder Hauptwelle/Hauptlager sind von erfahrenen Spezialisten exklusiv für die BARD 5.0 Turbine entwickelt worden. Die endgültige Bewertung über die Zuverlässigkeit der Turbine muss über Testläufe sowohl an Land als auch auf See festgestellt werden.

Technische Daten BARD 5.0 Turbine

Rotordurchmesser	122 m
Startwindgeschwindigkeiten	v_{in} 3 m/ s
Nominalleistung V_r der 'BARD 61'	12,5 m/ s
Rotor	
Blättermasse (inkl. Blätterverbindung)	etwa 28,5 t
Pitch Kreisdurchmesser (Blätterverbindung)	4 m
Nabenmasse (inkl. Pitch-Position und Ausrüstung)	etwa 70 t
Maschinenhaus (inkl. Generator, ohne Blätter und Nabe)	etwa 280 t
Mast	
Typ Stahlrohrmast	
Nabenhöhe Offshore	90 m
Mastdurchmesser oben	4,5 m
Mastdurchmesser unten	5,5 m
Generator	
Nominalleistung (Ausgang)	5.276,2 kW
Nominalgeschwindigkeit	1,212 U/min
Typ Doppelgespeister, asynchroner Motor	
Übertragung	
Typ 2 Planetenstufen, 1 zylindrische Antriebsebene	
Übertragungsverhältnis	96.965
Nominalkapazität (Eingang)	5.630 kW
Quelle: www.bard-engineering.de	

3.2 Das BARD "Tripile" Fundament

Die Fundamente für Offshore-Windturbinen müssen Windkräften, die auf Mast und Rotor wirken, standhalten können. Zudem müssen sie bis zu 20 m hohe Wellen aushalten können. Die Strukturen sollten möglichst leicht sein, damit wertvoller Stahl eingespart und Kosten reduziert werden können. Aber auch aus bautechnischen Gründen sollten bestimmte Gewichte, die mit dem Hubschiff, aber vor allen Dingen mit dem Kran transportiert werden können, eingehalten werden.



Abbildung 3: „Triple“

Die BARD Engineering GmbH hat für ihre Windfarmen auf See eine neue Art von Fundament für Wassertiefen von 25 bis 40 m entwickelt. Es nennt sich "Tripile", ein dreibeiniges Modell aus Stahlrohren, das ein winkelförmiges Kreuzstück zur Unterstützung beinhaltet. Die Tripile-Struktur ist leichter und günstiger als alle anderen Offshore-Turbinenfundamente, die bisher eingesetzt wurden. Das Tripile-Fundament für die BARD 5.0 Turbine ist extrem flexibel und wurde patentiert. Um sicherzustellen, dass jedes Fundament ideal zum entsprechenden Standort passt, sind die Pfosten in der Länge variierbar. Drei Arten von Pfosten werden für die Ocean Breeze Windfarm eingesetzt, je nach Bodenbeschaffenheit und Wassertiefe innerhalb des 59 km² großen Bereiches der Windfarm. Die stärksten Pfosten sind über 80 m lang und dringen bis zu 30 m in den Grund der Nordsee ein.

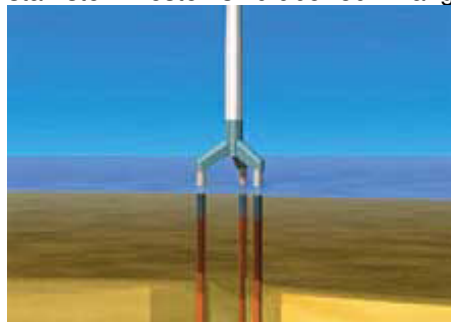


Abbildung 4: Pfahlfundation

Vor der Versenkung im Boden werden die "Tripiles" anhand eines Führungsrahmens ausgerichtet, damit diese in einer exakt definierten Distanz voneinander angebracht werden. In ihrer endgültigen Position befinden sie sich wenige Meter über der Wasseroberfläche. Der Führungsrahmen wird entfernt und ein stützendes Kreuzstück wird auf die drei Pfosten montiert. Das stützende Kreuzstück besteht aus einem mittigen Zylinder und wird mit dem Mast und den drei geneigten Pfosten verbunden. Dadurch wird eine Verbindung zwischen dem Zylinder und den drei Pfosten im Wasser hergestellt, sodass Landeplattformen für die Serviceschiffe aufgenommen werden können.

Das stützende Kreuzstück und Klammern wird zu flachen Stahlelementen zusammengeschweißt. Solche Strukturen können mit geringen Toleranzen produziert und an Stellen mit höherer Belastung auf einfache Weise verstärkt werden. Sie sind im Vergleich zu den heutzutage beliebten Tripod-Fundamenten leichter herzustellen. Deren komplexe, pyramidenförmige Struktur aus verbundenen kreisförmigen Rohren erfordert eine hochpräzise, zeitintensive Produktion, die wirtschaftlich nicht sinnvoll ist.

Die Verbindungen zwischen dem stützenden Kreuzstück und den drei Pfosten im Wasser werden mittels eines speziellen Betons zementiert. Diese Verbindung bietet eine gleichmäßige Verteilung der Kräfte vom Kreuzstück aus zu den Pfosten in den BARD-Tripiles. Beständige technische Prozesse gestalten die Installation für die Mechaniker einfacher.

Die unabhängigen technischen Berater des Projektes bestätigen, dass die "Tripile"-Fundamente die richtige Wahl für Bodenbeschaffenheit sowie Wasser- und Wetterbedingungen am Standort der Ocean Breeze Windfarm darstellen.

3.3 Bauprozess

Für die Errichtung der Offshore-Turbinen sind zwei Schiffe erforderlich. Eines für die Aufstellung der Fundamente und Turbinen (so genannte Hubschiffe) und eines für die Lieferung der Bauteile vor Ort.

Mithilfe eines dynamischen Positionierungssystems wird das Hubschiff über dem Standort für das Fundament positioniert. Die 40 Meter über Deck hohen Hubfüße heben das Schiff aus dem Wasser.

Am hinteren Ende des Hubschiffes befindet sich eine Positionierungsschablone für die Positionierung der Fundamentpfosten. Alle drei Pfosten werden mittels einer Kranes positioniert und durch die Schablone 30 bis 40 m tief im Meeresboden versenkt. Danach werden die Pfosten oben mit einem Verbindungsstück verbunden und somit das erste Element der Turbine erstellt. Zusätzlich werden Fundament und Verbindungsstück mit einer Betonmischung befestigt.

Die Teile der Turbine werden mit einem zweiten Schiff zur Baustelle gebracht, z. B. mit einem Schlepper. Die Transportzeit von Emden zum Projektstandort beträgt zwischen 7,5 und 8 Stunden. Um einen flüssigen Bau zu gewährleisten, verlässt das zweite Schiff den Hafen, sobald der Positionierungsprozess des Hubschiffes beginnt.

Die Elemente der Turbine, einschließlich der Blätter, werden auch mit Hilfe zweier Kräne auf dem Hubschiff aufgestellt. Beide Kräne sind notwendig, um die Elemente des Turbinenmastes sowie die drei Blätter auszurichten. Während der Aufstellung des Mastes und des Maschinenhauses muss die Windgeschwindigkeit geringer sein als 14m/s. Das Anbringen der Blätter ist nur möglich, wenn die Windgeschwindigkeit unter 8 m/s liegt.

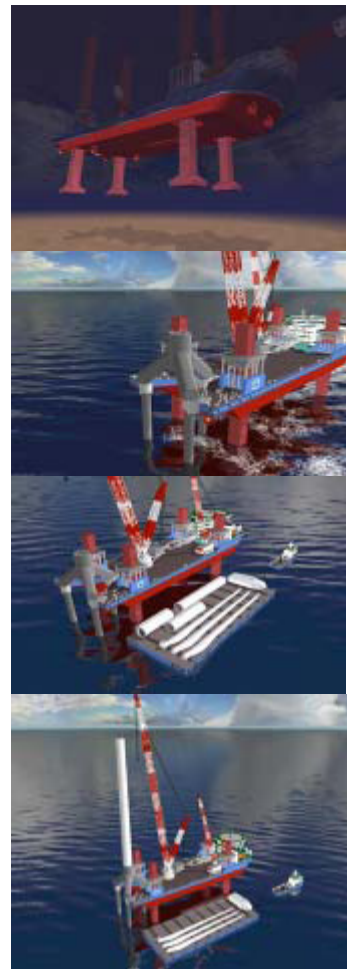


Abbildung 5: Montageprozess

Der letzte Schritt im Bauprozess ist die Inbetriebnahme der aufgestellten Turbine. Für diesen Zweck wird ein spezielles "Inbetriebnahme-Team" zur Turbine befördert.

Hubschiff "Wind Lift I"

Weltweit existieren nur wenige Schiffe für den Bau von Windfarmen auf See. Die meisten dieser Schiffe sind von Firmen bis Ende 2010 ausgebucht. Daher stellt die Verfügbarkeit entsprechender Schiffe ein wichtiges Element beim Bau einer Windfarm auf See dar. Um unabhängig zu sein, wird die Ocean Breeze Windfarm das von BARD entworfene Schiff einsetzen (bereits im März 2007 von BARD bestellt). Mit der technischen Ausrüstung des Schiffes wird es nicht nur möglich sein, die Windfarm zu bauen, zusätzlich bietet die "Wind Lift I" fortwährenden Service und Wartung während der Betriebszeit der Windfarm. Die Plattform des Schwerhubschiffes ist mit einem speziellen Schwerlastenkran ausgestattet (Hebekapazität von bis zu 500 t).

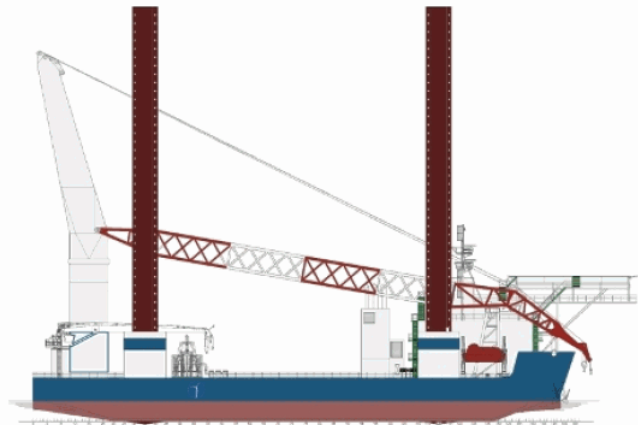


Abbildung 6: Windlift I im Fahrzustand



Abbildung 7: Windlift I in Hubposition

Vier Teleskopbeine, jedes über 70 m lang, können zum Meeresgrund abgelassen werden und heben so das Schiff aus dem Wasser (sog. Hubposition). Das gewährleistet eine stabile Installationsplattform in Wassertiefen von bis zu 45 m, was garantiert, dass der Kranführer und das Installationsteam die Windturbinen (inkl. der Fundamente) ungehindert von den Wellen aufstellen können. Die Plattform ist 124 m lang und 36 m breit. Das Gewicht des Schiffes liegt bei etwa 1.500 t und der Tiefgang bei 5 m. Die Arbeit auf der Plattform ist möglich, solange die Wellen unter 5 m Höhe und/oder der Wind unter Stärke 7 bleiben (21 m/s).

3.4 Anschluss an das Stromnetz

Interne Verkabelung

Die Aufgabe, die Turbinen miteinander und mit den Umwandlungsstationen seitlich der Windfarm zu verbinden - was mehr als 100 km Kabel erfordert - muss vom Ocean Breeze Projekt durchgeführt werden. Zusammen mit Experten der Starkstromübertragung hat die BARD Engineering GmbH ihr eigenes Stromnetzverbindungskonzept entwickelt. Die Windturbinen sind zu Clustern zusammengeschlossen und werden anhand von Mittelspannungskabeln miteinander verbunden. Ein Cluster besteht aus bis zu acht Windturbinen, die wiederum mit einer Schaltstation verbunden sind (sog. "Energie-Plattform"), dem Herzen der Windfarm. Die Energie-Plattform sammelt die regenerativ produzierte Energie (Wechselstrom oder "AC" mit einer Spannung von 33.000 V oder 33 kV) und wandelt diesen von 33 kV in 150 kV um. Auf einer anderen Gleichrichter-Plattform wird der "AC" in gleichmäßigen Gleichstrom umgewandelt ("DC").

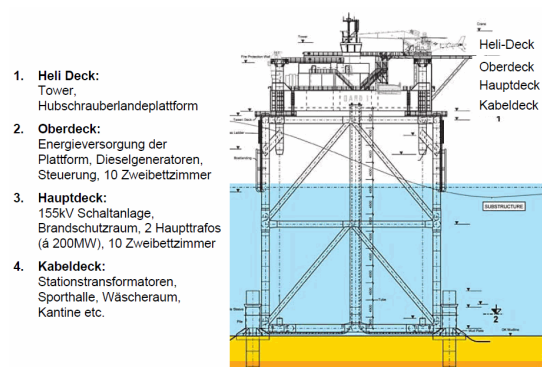


Abbildung 8: Energieplattform

Diese Umwandlung reduziert den elektrischen Verlust während der Stromübertragung auf das Festland.

Das norwegische Unternehmen Oceanteam ASA wurde im Februar 2008 damit beauftragt, die Kabel in der Windfarm zu verlegen. Lieferant der Seestromkabel ist die Norddeutsche Seekabelwerke GmbH, mit Sitz in Nordenham, Deutschland, ein führender Hersteller von Kommunikationsglasfaserkabeln und Seestromkabeln mit Kunden aus aller Welt.

Anschluss an das Stromnetz an Land

Das deutsche Infrastrukturplanungsbeschleunigungsgesetz vom 9. Dezember 2006 ist die gesetzliche Voraussetzung für die Verbindung deutscher Offshore-Windfarmen an das Stromnetz. Basierend auf dem Gesetz muss der nächstgelegene Stromnetzbetreiber des Küstenbereiches vor Ende 2011 diese Windfarmen auf See mit dem Stromnetz an Land verbinden, wenn die entsprechende Windfarm zur Inbetriebnahme bereitsteht. Das beinhaltet die Installation der erforderlichen Kabel auf Kosten des Stromnetzbetreibers. Der Anschluss an das Stromnetz muss zu dem Zeitpunkt verfügbar sein, an dem die Windfarm für die Inbetriebnahme bereitsteht.

Im Fall der Ocean Breeze Windfarm muss der Stromnetzbetreiber E.ON Netz Offshore GmbH den kompletten Anschluss des Stromnetzes bis September 2009 abgeschlossen haben, wenn die ersten Turbinen der Ocean Breeze Windfarm einsatzbereit sind. E.ON verbindet einen Cluster von drei Windfarmen (genannt "Borkum 2") per 400 MW-Kabel mit dem Stromnetz an Land, wovon eine die Ocean Breeze Windfarm sein wird. Die Kabel folgen einer Route zum Ufer von über 100 km Länge und werden dabei über eine für diesen Zweck gebaute Rohrleitung über die Insel Norderney geführt. Nachdem die Kabel auf das Festland treffen, müssen sie weitere 80 km verlegt werden, bis sie an der Umwandlungsstation in Diele, in der Nähe von Papenburg, angekommen sind. Im September 2007 hat E.ON bei ABB für mehr als 300 Mio. Euro die ersten Offshore-Windstromkabel Deutschlands bestellt. Um zu belegen, dass die angegebenen technischen Anforderungen für das Stromnetz erfüllt werden können, hat BARD Studien von Siemens und ABB angefordert, die durch diese Firmen durchgeführt und abgeschlossen wurden. Die "Netzstabilität" ist eine große Herausforderung. Unabhängige technische Ingenieure haben testiert, dass die von BARD und deren technischen Zulieferern entwickelten Maßnahmen erfolgreich waren.