

Tube 2018:

FA 09 Tripods, Jackets und Tripiles: Innovative Rohrssysteme für Offshore-Windkraftanlagen

Stahlröhren oder Stahlrohrsysteme gehören bei den Fundamenten für Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) zu den am häufigsten verwendeten Konstruktionselementen. Bei der Auswahl des Fundamenttyps spielt neben der Größe und dem Gewicht der OWEA vor allem die Wassertiefe eine Rolle, die in der Regel mit der Entfernung zum Festland wächst. Das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik in Kassel (IWES) gibt im Mitte 2015 publizierten „Windenergie Report Deutschland 2014“ an, dass die wichtigsten Offshore-Länder heute verstärkt auf einen Ausbau der Farshore-Leistung setzen, also auf Offshore-Standorte mit mindestens drei Seemeilen bzw. 5,5 Kilometer Küstenentfernung.

Vor allem in Deutschland werden die meisten Offshore-Windparks in größeren Wassertiefen und Küstenentfernungen realisiert, um die Meeresumwelt im Nationalpark Wattenmeer nicht zu beeinträchtigen. Laut IWES wurden 2014 global OWEA in durchschnittlich 21,1 Kilometer Küstenentfernung und 32,3 Meter Wassertiefe zugebaut. Deutsche Offshore-Anlagen stehen dagegen durchschnittlich in einer Küstenentfernung von 65 Kilometer und einer Wassertiefe von rund 29 Meter und damit im weltweiten Vergleich am weitesten von der Küste entfernt.

Große Vielfalt bei Gründungsstrukturen

Der Trend zum Bau von OWEA in zunehmend tieferen Gewässern hat einen großen Einfluss auf die verwendeten Gründungsstrukturen (mit Gründung bezeichnet man die Verankerung des Fundamentes im Meeresboden). Nach den zu Beginn genutzten Schwerkraffundamenten und Einzelpfählen (Monopiles), kommen heute zunehmend weitere Strukturen zur Anwendung. Zu nennen sind neben den in Asien eingesetzten High-Rise-Pile Caps besonders Fachwerk-Tragstrukturen (Jackets), dreigliedrige Gründungsfundamente (Tripiles und Tripods), schwimmende Fundamente (Floating) sowie Saugpfahl-Fundamente und künstliche Inseln.

Tube®

Düsseldorf



Plant and Machinery Pipe and Tube Processing Machinery Bending and Forming Technology Tube Manufacturing and Trading



Tube Accessories Profiles Plastic Tubes

International Tube and Pipe Trade Fair
Internationale Rohr-Fachmesse

16 - 20 April 2018 | www.tube.de

M
Messe
Düsseldorf

Messe Düsseldorf GmbH
Postfach 10 10 06
40001 Düsseldorf
Messeplatz
40474 Düsseldorf
Germany


Telefon +49 (0) 2 11/45 60-01
Telefax +49 (0) 2 11/45 60-6 68
Internet www.messe-duesseldorf.de
E-Mail info@messe-duesseldorf.de


Geschäftsführung:
Werner M. Dornscheidt (Vorsitzender)
Hans Werner Reinhard
Joachim Schäfer
Bernhard Stempfle
Vorsitzender des Aufsichtsrates:
Thomas Geisel

Amtsgericht Düsseldorf HRB 63
USt-IdNr. DE 119 360 948
St.Nr. 105/5830/0663

Mitgliedschaften der
Messe Düsseldorf:

 The global
Association of the
Exhibition Industry

 Ausstellungs- und
Messe-Ausschuss der
Deutschen Wirtschaft

 FKM – Gesellschaft zur
Freiwilligen Kontrolle von
Messe- und Ausstellungszahlen

Öffentliche Verkehrsmittel:
U78, U79: Messe Ost/Stockumer Kirchstr.
Bus 722: Messe-Center Verwaltung

Dem IWES zufolge eignen sich die einzelnen Konstruktionen für unterschiedliche Standortbedingungen. Schwerkrafftfundamente, Monopiles und High-Rise-Pile Caps stehen demnach vorwiegend in küstennahen und flachen Gewässern. Die Gründungsfundamente Tripod und Tripile liegen mit durchschnittlich 96,5 Kilometer in größter Entfernung zur Küste. Schwimmende Strukturen befinden sich mit durchschnittlich 78 Meter Wassertiefe noch in der Testphase. Zu den Monopiles ist aber ergänzend hinzuzufügen, dass deren Hersteller immer größere Exemplare entwickeln, die sich auch in entsprechend tieferen Gewässern einsetzen lassen.

Offshore-Windkraftanlagen müssen ausgesprochen stabil und robust konzipiert werden, damit sie den großen Naturkräften über ihre Lebensdauer von 20 und mehr Jahren widerstehen können. Neben den hohen Windgeschwindigkeiten werden die Anlagen besonders durch Wellen, Meeresströmungen, Ebbe und Flut sowie Eisgang belastet. Hinzu kommen die von den Windrädern hervorgerufenen dynamischen Belastungen. Gründungsstrukturen auf Stahlrohrbasis sind geeignet, allen Belastungen standzuhalten und die Aufbauten über Jahrzehnte sicher und zuverlässig zu tragen.

Tripods: Dreibeinige Grundgerüste für Offshore-Windräder

Ein Tripod besteht aus drei im Winkel von 120 Grad zu einem Dreibein verschweißten Stahlrohren, auf denen ein Zentralrohr zentrisch aufgesetzt wird. Auf diesem Rohr wird der Turm montiert. Die Röhren der Beine haben Durchmesser von 1 bis 2,5 Metern und benötigen eine dreieckige Standfläche von 200 bis 300 Quadratmetern. Die Beine können aus jeweils einem Pfahl oder aus mehreren Röhren bestehen. An jedem Ende der Dreibeinkonstruktion sind zur Aufnahme der in den Meeresboden gerammten Fundamentpfähle wie bei Jackets Zentrierhülsen angebracht. Die Pfähle sind untereinander durch horizontale Streben verbunden und an das Zentralrohr über diagonale Abstreben angeschlossen.

Der Untergrund sollte eben und nicht zu steinig sein, weil die Konstruktion mittels Ramme mehrere Meter tief im Meeresuntergrund verankert wird. Tripods bieten eine hohe Standfestigkeit auch in rauen Seegebieten und sind nach dem heutigen Stand der Technik für

Wassertiefen von 20 bis 80 Meter geeignet. Die eigens für die Offshore-Windenergiebranche entwickelten Tripod-Fundamentstrukturen wurden erstmals 2009 bei der Errichtung des deutschen Offshore-Testfeldes „Alpha Ventus“ installiert.

Jackets: Stahlrohrfachwerke für große Tiefen

Schon seit Jahrzehnten haben sich Jackets als Gründungsstrukturen für Offshore-Plattformen auch bei großen Wassertiefen bewährt. Die Gründungsstruktur besteht hier aus einem aus Stahlrohren gebildeten räumlichen Fachwerk, ähnlich den Gittertürmen von Hochspannungsleitungen. Die vier Füße des Fundamentes enden in Hülsen, die die in den Meeresboden gerammten Fundamentpfähle aufnehmen. Jackets eignen sich wegen ihrer hohen Widerstandskraft für OWEA bis zu Wassertiefen von 70 Metern. Im Testfeld „Alpha Ventus“ kamen nicht nur Tripods zum Einsatz, sechs weitere Windräder wurden auf Jackets montiert.

Im Vergleich zu Tripod-Fundamenten soll ein Jacket rund ein Drittel weniger Stahl benötigen. Außerdem soll die fachwerkartige Gitterstruktur des Jackets Vorteile bei den Investitionskosten und im Bereich der Installationslogistik ergeben. Jackets weisen andererseits eine große Anzahl an Schweißverbindungen mit vielen Kanten und Verstrebungen auf, die wegen der erheblich höheren Korrosionsgefahr während der Betriebszeit regelmäßig gewartet werden müssen und so höhere Betriebskosten verursachen können.

Tripiles: leicht und kostengünstig

Wie Tripods wurden auch Tripile-Fundamente eigens für die Offshore-Windenergie entwickelt. Tripiles bestehen aus drei einzelnen Stahlrohren, denen an der Wasseroberfläche ein dreibeiniges Stützkreuz aufgesetzt wird, auf dem die Windkraftanlage montiert wird. Im Vergleich zu Monopiles haben die einzelnen Rohre einen geringeren Durchmesser und können einfacher gerammt werden. Tripiles werden mit Hilfe einer Ramm-Schablone im Meeresboden verankert. Anschließend wird den drei Stahlrohren in Höhe der Wasseroberfläche ein dreibeiniges Stützkreuz aufgesetzt, auf dem die Windkraftanlage montiert wird. Der Installationsvorgang gilt als relativ aufwendig, weil die

Pfähle sehr präzise gerammt werden müssen, um das Stützkreuz genau aufsetzen zu können.

Tripiles eignen sich als Fundamente für Wassertiefen bis etwa 50 Meter und sind laut Herstellerangaben kostengünstiger und leichter als andere Gründungsstrukturen. Wanddicken und Längen der einzelnen Rohre sollen sich zudem individuell auf den Standort abstimmen lassen. Die ersten Tripiles wurden beim Offshore-Windpark BARD Offshore 1 in der Nordsee und bei der Nearshore-WEA Hooksiel realisiert.

Hexabase: Stahlrohrfundament mit sechseckigem Grundriss

Zwei aktuelle Entwicklungen bei OWEA-Gründungsstrukturen sind das Hexabase-Fundament und das darauf basierende Hybrid-Schwerkrafftament Texbase. Hexabase, ein Stahlrohrfundament mit sechseckigem Grundriss, soll gegenüber herkömmlichen Bauformen große Vorteile aufweisen: effizienter und wirtschaftlicher bei der Produktion und Installation. Im Vergleich zu konventionellen Jackets oder großen Monopiles verspricht man eine Gewichtsersparnis von bis zu 20 Prozent und um ebenfalls bis zu 20 Prozent geringere Herstellkosten. Hinzu soll eine besonders gute Adaptierfähigkeit an unterschiedliche Wassertiefen und Windturbinentypen kommen. Die sechseckige Fachwerkstruktur, bestehend aus Rohren mit vergleichsweise geringen Durchmessern und Wanddicken, soll die dynamischen Kräfte der Windturbinen besonders gut aufnehmen können.

Laut ThyssenKrupp ist eine wichtige Voraussetzung für die Realisierung der Vorteile, dass ein Großteil der verwendeten Rohre aus Warmbreitband hergestellt wird. Warmbreitband, mit einer maximalen Dicke von 25,4 Millimetern, soll sich deutlich leichter zu Konstruktionsrohren verarbeiten lassen als die bislang vorwiegend genutzten Quattrobleche. Damit Schweißroboter die Rohre und Knotenpunkte vollautomatisch verbinden können, haben die geschweißten Rohre einen einheitlichen Durchmesser und die Knotenpunkte sind ebenfalls standardisiert. Das Verfahren verspricht nach Angaben der Entwickler eine schnelle und kosteneffiziente Produktion und durch den computergesteuerten Schweißprozess eine gleichbleibende Schweißnahtqualität.

Texbase: ein „leichtes“ Hybrid-Schergewichtsfundament

Basierend auf dem Hexabase-Prinzip wurde mit Texbase ein Hybrid-Schwerkraftfundament entwickelt, das die Eigenschaften einer leichten Stahlbaustruktur mit der eines Schwerkraftfundaments vereint. Dabei wird eine Hexabase-Standardstruktur auf eine Basisstruktur mit Ballasttanks montiert, die aus besonders widerstandsfähigen wasserdurchlässigen Kunstfasergeweben bestehen und mit 2.000 bis 4.000 Tonnen Sand befüllt sind. Die Bodenaufgabe bildet ein Gerüst aus Stahlrohren, das mit Geotextil-Geweben bespannt wird und die Last gleichmäßig in den Untergrund einbringt.

Mit einem Gewicht von 450 bis 700 Tonnen vor der Installation ist Texbase ähnlich schwer wie ein herkömmliches Fundament. Das Fundament soll nur wenig Bodenvorbereitung benötigen und sich lärmarm mit einfachem Baugerät installieren lassen. Laut Entwicklungsgemeinschaft ist das neuartige Schergewichtsfundament einerseits leicht transportabel, kann aber nach der Aufstellung auf dem bis zu 50 Meter tiefen Meeresgrund selbst bei den größten Windturbinen von mindestens 8 Megawatt Leistung einen sicheren Stand gewährleisten.

Vom 16. bis 20. April 2018 präsentiert die Internationale Rohrfachmesse Tube das gesamte Spektrum von der Rohrherstellung über die Rohrbearbeitung bis hin zur Rohrverarbeitung sowie den Bereich Handel mit Rohren auf dem Düsseldorfer Messegelände.

Pressekontakt Tube 2018
Petra Hartmann-Bresgen, M.A.
Ulrike Osahon
Tel.: +49 (0)211 4560-541
Fax: +49 (0)211 4560 87 541
E-Mail: HartmannP@messe-duesseldorf.de