

(19)



(11)

EP 3 207 186 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.06.2021 Patentblatt 2021/24

(51) Int Cl.:
E02D 27/52^(2006.01) E02D 27/42^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15778340.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/073595

(22) Anmeldetag: **12.10.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/059007 (21.04.2016 Gazette 2016/16)

(54) GRÜNDUNG EINES OFFSHORE-BAUWERKS

OFF SHORE FOUNDATION

FONDATION OFF-SHORE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **14.10.2014 DE 102014220782**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.08.2017 Patentblatt 2017/34

(73) Patentinhaber: **RWE Renewables GmbH 45145 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **BARTMINN, Daniel 25335 Elmshorn (DE)**

(74) Vertreter: **Keenway Patentanwälte Neumann Heine Taruttis PartG mbB Grünstraße 25 40212 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 362 036 EP-A1- 2 698 476
EP-A1- 2 743 170 WO-A1-2010/144570
DE-U1-202007 009 474 KR-B1- 101 046 648
NL-C1- 1 026 005**

EP 3 207 186 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gründungssystem für die Gründung eines Offshore-Bauwerks. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Gründung eines Offshore-Bauwerks sowie ein Offshore-Bauwerk mit einem entsprechenden Gründungssystem.

[0002] Offshore-Bauwerke im Sinne der vorliegenden Erfindung sind beispielsweise Umspannwerke, Windkraftanlagen oder Bohr- oder Förderplattformen.

[0003] Für bestimmte Fundamenttypen für Offshore-Bauwerke, insbesondere für Offshore-Windkraftanlagen, ist eine Pfahlgründung im Meeresuntergrund erforderlich. Gängige Fundamenttypen sind beispielsweise sogenannte Monopiles, Jackets, Tripods oder Tripiles. So sind Jackets beispielsweise in der Grundfläche drei- oder viereckige Fachwerkkonstruktionen aus Stahlrohren, deren oberes Ende nach der Installation aus dem Meer herausragt. Auf ein Jacket kann z.B. eine herkömmliche Windkraftanlage, eine Umspannplattform oder eine Bohrplattform errichtet werden.

[0004] Bei einem Jacket-Fundament müssen beim Setzen der Pfähle diese in einem vorgegebenen Abstand am Meeresuntergrund beim sogenannten "Prepiling" positioniert werden, was über entsprechende Schablonen sichergestellt wird. Dies setzt voraus, dass die Untergrundbeschaffenheit derart ist, dass alle zu setzenden Pfähle bis zu einem vorgegebenen tragfähigen Bodenhorizont des Meeresuntergrunds vorgetrieben werden können. Variationsmöglichkeiten bezüglich des Abstandes oder des Ortes für das Setzen der Pfähle bestehen keine.

[0005] Auf die Stahlpfähle wird dann bei einem Jacket-Fundament eine Stahlgitterstruktur/Stahlrohrstruktur aufgesetzt, die oberhalb des Meeresspiegels ein sogenanntes "Transition Piece" (Übergangsstück) aufnimmt. Das Transition Piece nimmt dann das eigentliche Bauwerk, beispielsweise in Form eines Umspannwerkes, auf.

[0006] Insofern werden bei Gründung von Windkraftanlagen in Wassertiefen von bis zu 35 m vorzugsweise Monopiles verwendet, da diese Art der Gründung weniger aufwendig ist. Üblicherweise ist zumindest ein Umspannwerk der Windkraftanlage zugeordnet und in unmittelbarer Nähe der Windkraftanlage positioniert. In dem Umspannwerk kann die von der Windkraftanlage erzeugte Spannung von beispielsweise 33kV auf 155kV transformiert und gleichgerichtet werden, um mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungen (HGÜ) über große Entfernungen verlustarm übertragen werden zu können.

[0007] Wünschenswerterweise werden für die Gründung von Umspannwerken auch Monopiles verwendet, da deren Installation, wie oben bereits beschrieben, sehr viel einfacher ist als beispielsweise die Installation eines Jackets. Aufgrund der großen Ausdehnung und vor allem aufgrund der großen Masse eines Umspannwerkes von bis zu mehr als 1000 Tonnen stellt dieses bei der Grün-

dung auf einem Monopile eine große Schwingmasse dar. Aufgrund von Windbeaufschlagung des Umspannwerkes und aufgrund der Wind- und Wellenbeaufschlagung des Monopiles wird die gesamte Struktur zu Schwingungen angeregt, die zum einen die strukturelle Integrität des Monopiles und des Umspannwerkes negativ beeinflussen und ferner bei sich auf dem Umspannwerk befindlichen Personal Übelkeit hervorrufen können.

[0008] Die EP 2 742 170 A1 beschreibt eine Plattformstruktur mit einer Plattform und einer Schwimmstruktur bzw. Auftriebsstruktur. Dabei ist die Plattform mittels Spannkabeln mit dem Meeresboden verbunden.

[0009] Die DE 20 2007 009 474 U1 beschreibt eine Offshore-Plattform mit mehreren Gründungspfählen, einem Übergangsstück und einer an dem Übergangsstück ausgebildeten Bauwerksanschlussstruktur.

[0010] Die KR 101 046 648 B beschreibt eine Monopilestruktur bestückt mit einem Windkraftgenerator und einer Wartungsplattform. Direkt an dem Monopile sind Abspannungen angebracht, um die Struktur zu sichern.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Gründungssystem für Offshore-Bauwerke bereitzustellen, mittels dem günstig und schnell Offshore-Bauwerke gegründet werden können, und die weiterhin ein hohes Maß an Stabilität aufweisen, so dass die mittels des erfindungsgemäßen Gründungssystems gegründeten Offshore-Bauwerke kleinere Schwingungsamplituden aufweisen. Ferner liegen der vorliegenden Erfindung die Aufgaben zugrunde, ein kostengünstiges, schnell zu errichtendes und stabiles Offshore-Bauwerk und ein Verfahren zum Errichten eines solchen Offshore-Bauwerkes bereitzustellen.

[0012] Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß von einem Gründungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1, von einem Offshore-Bauwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 9 und von einem Verfahren zur Gründung eines Offshore-Bauwerkes mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0013] Im genaueren umfasst das erfindungsgemäße Gründungssystem für die Gründung eines Offshore-Bauwerkes einen Monopile mit einem im Meeresboden verankerbaren Verankerungsabschnitt und einem am gegenüberliegenden Ende angeordneten Verbindungsabschnitt. Das Gründungssystem umfasst ferner eine mit dem Verbindungsabschnitt des Monopiles direkt verbindbare oder über ein Übergangsstück mittelbar verbindbare und oberhalb der Wasseroberfläche anordenbare Plattformstruktur. Das erfindungsgemäße Gründungssystem ist dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisierungseinrichtungen jeweils direkt mit der Plattformstruktur oder mittelbar über das Übergangsstück mit der Plattformstruktur verbindbar und mit dem Meeresboden in Kontakt bringbar sind, so dass Zug- und/oder Druckkräfte zwischen dem Meeresboden und der Plattformstruktur mittels der Stabilisierungseinrichtungen übertragbar sind. Dabei spannen Befestigungspunkte der Stabilisierungseinrichtungen an der Plattformstruktur oder an dem Übergangsstück zusammen mit dem Ver-

bindungsabschnitt des Monopiles im montierten Zustand des Gründungssystems eine Ebene mit einer horizontalen Erstreckungskomponente auf und die Stabilisierungseinrichtungen verlaufen senkrecht von der Plattformstruktur und / oder dem Übergangsstück in Richtung Meeresboden.

[0014] Die Stabilisierungseinrichtungen können symmetrisch zum Monopile oder asymmetrisch zum Monopile angeordnet sein. Ferner kann der Monopile zentrisch oder exzentrisch zu den Stabilisierungseinrichtungen angeordnet sein.

[0015] Ferner ist es auch möglich, dass das Gründungssystem zumindest drei Stabilisierungseinrichtungen umfasst, die jeweils direkt mit der Plattformstruktur oder mittelbar über das Übergangsstück mit der Plattformstruktur verbindbar und mit dem Meeresboden in Kontakt bringbar sind. Die Befestigungspunkte der Stabilisierungseinrichtungen an der Plattformstruktur oder an dem Übergangsstück spannen dann im montierten Zustand des Gründungssystems eine Ebene auf, die eine horizontale Erstreckungskomponente aufweist.

[0016] Da die Befestigungspunkte eine horizontale Ebene aufspannen beziehungsweise die durch die Befestigungspunkte aufgespannte Ebene eine horizontale Erstreckungskomponente aufweist, können horizontale Schwankbewegungen der Plattformstruktur, die durch Horizontalkräfte (Wind und Wellen) verursacht werden, mittels der Stabilisierungseinrichtungen entgegengewirkt und verkleinert werden. Ferner wird durch Bereitstellen der Stabilisierungseinrichtungen die Eigenschwingfrequenz des mittels des erfindungsgemäßen Gründungssystems gegründeten Offshore-Bauwerkes in einem Bereich erhöht, der außerhalb des üblichen Wellenfrequenzspektrums liegt, so dass ein resonantes Aufschaukeln des Offshore-Bauwerkes durch Wind und/oder Wellen vermieden wird. Ferner wird durch Bereitstellen der Stabilisierungseinrichtungen erreicht, dass auch größere Offshore-Bauwerke auf Monopiles gegründet werden können, ohne eine geringere Stabilität des Offshore-Bauwerkes in Kauf nehmen zu müssen. Daher kann vermieden werden, dass ein Jacket zur Gründung des Offshore-Bauwerkes verwendet werden muss, um eine gewünschte Stabilität zu erreichen. Die Gründung eines Offshore-Bauwerkes unter Zuhilfenahme eines Monopiles ist bedeutend einfacher, weniger zeitaufwendig und kostengünstiger als die Gründung eines Offshore-Bauwerkes mittels eines Jackets.

[0017] Da die Befestigungspunkte der Stabilisierungseinrichtungen an der Plattformstruktur oder an dem Übergangsstück eine Ebene mit einer horizontalen Erstreckungskomponente aufspannen, weist diese aufgespannte Ebene eine Normalenkomponente auf, die parallel zu dem Monopile verläuft.

[0018] Ferner ist der gegenseitige Abstand der Befestigungspunkte zueinander vorzugsweise größer als die Querschnittsausdehnung des Monopiles. Dadurch können erhöhte Stabilisierungskräfte durch die Stabilisierungseinrichtungen auf die Plattformstruktur übertragen

werden. Selbiges gilt für eine mittelbare Verbindung zwischen den Stabilisierungseinrichtungen und der Plattformstruktur. Die Stabilisierungseinrichtungen können mittelbar über ein Übergangsstück, das heißt über eine Kopplungseinrichtung, mit der Plattformstruktur verbunden sein.

[0019] Wenn das Gründungssystem drei Stabilisierungseinrichtungen umfasst, dann sind in Draufsicht auf das Gründungssystem die Stabilisierungseinrichtungen, und im genaueren die Befestigungspunkte der Stabilisierungseinrichtungen an der Plattformstruktur und/oder an dem Übergangsstück, an drei Eckpunkten eines Dreiecks angeordnet. Bei vier Stabilisierungseinrichtungen können in Draufsicht auf das Gründungssystem die Kontaktpunkte der Stabilisierungseinrichtungen an der Plattformstruktur und/oder an dem Übergangsstück an Eckpunkten eines Rechtecks oder eines Quadrats oder im Allgemeinen eines viereckigen Polygons angeordnet sein.

[0020] Lediglich durch das Merkmal, dass die Kontaktpunkte der Stabilisierungseinrichtungen mit der Plattformstruktur und/oder mit dem Übergangsstück eine Ebene mit einer horizontalen Erstreckungskomponente aufspannen, können beliebig orientierte Horizontalkräfte mittels der Stabilisierungseinrichtungen aufgefangen werden, so dass ein übermäßiges Bewegen des Offshore-Bauwerkes mittels der Stabilisierungseinrichtungen unterbunden wird.

[0021] Dabei verlaufen die Stabilisierungseinrichtungen senkrecht von der Plattformstruktur und/oder von dem Übergangsstück in Richtung Meeresboden. Durch die senkrechte Erstreckung der Stabilisierungseinrichtungen können auf das Offshore-Bauwerk mittels Wind und/oder Wellen ausgeübte Kräfte besonders effektiv durch die Stabilisierungseinrichtungen aufgenommen werden.

[0022] Vorzugsweise sind die Stabilisierungseinrichtungen jeweils als Stabilisierungsstützen ausgebildet, die mit der Plattformstruktur und/oder mit dem Übergangsstück verschiebbar verbunden sind und von der Plattformstruktur und/oder dem Übergangsstück auf den Meeresboden absenkbar sind. Dabei sind die Stabilisierungsstützen mit der Plattformstruktur und/oder mit dem Übergangsstück verriegelbar, so dass über die jeweiligen Stabilisierungsstützen axial verlaufende Druckkräfte sowie Querkkräfte auf den Meeresboden übertragbar sind.

[0023] Eine entsprechende Ausbildung des Gründungssystems bietet den Vorteil, dass keine Verankerungen der Stabilisierungseinrichtungen im Meeresboden beziehungsweise im Meeresuntergrund unbedingt notwendig sind, um Schwankbewegungen des Offshore-Bauwerkes entgegenzuwirken. Die Montage des Offshore-Bauwerkes gestaltet sich dabei sehr einfach, denn das Offshore-Bauwerk muss lediglich auf dem Monopile beziehungsweise auf einer von dem Monopile gehaltenen Plattform abgesetzt und mit dieser verbunden werden, woraufhin die beispielsweise in Führungshülsen ge-

lagerten Stabilisierungsstützen auf den Meeresboden abgesenkt werden, um nach Kontakt mit dem Meeresboden mit der Plattformstruktur und/oder mit dem Übergangsstück verriegelt zu werden.

[0024] Vorzugsweise sind die Stabilisierungseinrichtungen jeweils mit dem Meeresboden verbindbar, so dass über die jeweiligen Stabilisierungseinrichtungen Zugkräfte und Druckkräfte zwischen dem Meeresboden und der Plattformstruktur übertragbar sind.

[0025] Dabei sind die jeweiligen Verbindungen beispielsweise über Verankerungen realisierbar. Durch eine entsprechende Ausbildung des Gründungssystems erhöht sich die Stabilität des Offshore-Bauwerkes nochmals, da eine Schwankbewegung durch eine auf Druck belastete Stabilisierungseinrichtung und eine dieser gegenüberliegend angeordneten auf Zug belasteten Stabilisierungseinrichtungen kompensiert werden kann.

[0026] Bevorzugterweise sind die Stabilisierungseinrichtungen jeweils als flexible Zugelemente ausgebildet, die jeweils mit dem Meeresboden verbindbar sind.

[0027] Ein Zugelement kann eine Ankertrasse, eine Ankerkette oder ein Ankerkabel oder ein ganz allgemein ein flexibles Zugelement sein. Eine Ausbildung der Stabilisierungseinrichtungen als Zugelemente bietet den Vorteil, dass die Plattformstruktur und/oder das dieses tragende Kopplungsstück konstruktiv einfach ausgestaltet sein kann, da keine Stabilisierungsstützen verschiebbar mit der Plattformstruktur und/oder mit dem Übergangsstück verbunden sein müssen.

[0028] Beispielsweise können die Zugelemente vor Fixierung im Meeresboden auf einer Rolle aufgewickelt sein, so dass nach Verbinden des Offshore-Bauwerkes mit dem Monopile bzw. mit der Plattformstruktur die Zugelemente von den Rollen abgewickelt werden, bis diese mit dem Meeresboden in Kontakt stehen, woraufhin die Zugelemente mit dem Meeresboden auf geeignete Art und Weise verbunden werden.

[0029] Bevorzugterweise umfasst das Gründungssystem eine der Anzahl der Zugelemente entsprechende Anzahl von Gründungspfählen, die jeweils einen mit einem der Zugelemente verbundenen Fallanker und jeweils ein in situ innerhalb des Meeresbodens vergossene und sich innerhalb des Meeresbodens über eine Länge erstreckende Vergussmassesäule umfassen.

[0030] Mittels eines Fallankers und wenigstens einem an dem Fallanker angeschlossenen Zugelement kann ein Ankerpunkt in den Meeresuntergrund gesetzt werden, an dem das Zugelement angeschlagen ist.

[0031] Der Fallanker ist beispielsweise hinsichtlich seiner Masse und hinsichtlich seiner Geometrie so bemessen, dass dieser aufgrund seiner kinetischen Energie im freien Fall bis zu einer vorbestimmten Teufe in den Meeresgrund eindringt. Dieser nimmt dabei die an diesem angeschlagene Ankertrasse beziehungsweise das an diesem angeschlagene Zugelement mit. An dem Zugelement können eine oder mehrere Vergussmasseleitungen befestigt sein, die ebenfalls von dem Fallanker mitgenommen werden. Durch diese Vergussmasseleitung

wird sodann unter Druck eine aushärtbare Vergussmasse, beispielsweise ein unter Wasser aushärtbarer Beton, in den Schusskanal eingepresst, wobei die Zugelemente gleichzeitig der Armierung der so in situ hergestellten Vergussmassesäule dienen.

[0032] Als Fallanker im Sinne der vorliegenden Erfindung ist beispielsweise ein sogenannter Torpedopile vorgesehen, der einen torpedoförmigen Grundkörper mit einer Eindringspitze aufweist, und der endseitig mit mehreren Torpedoflügeln zwecks Stabilisierung versehen ist. Der Torpedokörper kann beispielsweise hohl ausgebildet sein und eine oder mehrere Ballastkammern umfassen, die mit einem Ballast befüllt werden können.

[0033] Durch eine entsprechende Ausbildung des Gründungssystems wird der Vorteil erzielt, dass eine Abspannung des zu errichtenden Bauwerkes an einem oder mehreren Zugelemente erfolgen kann, die naturgemäß einen gewissen Freiraum bei der Platzierung des Offshore-Bauwerkes lässt, so dass das Setzen der Gründungspfähle nicht durch eine Schablone oder die Unterwasserstruktur des Bauwerkes vorgegeben ist.

[0034] Darüber hinaus entfällt bei einer entsprechenden Ausbildung des Gründungssystems das Setzen von Pfählen mittels Rammeinrichtungen. Der Vorgang des Setzens des Torpedos/Fallankers ist einmalig, wohingegen das Rammen von Pfählen mit einem wiederkehrenden Schalleintrag in die Meeresumgebung einhergeht. An einem Fallanker können selbstverständlich auch mehrere Zugelemente angeschlagen sein, obwohl im Folgenden jeweils von einem Zugelement die Rede ist.

[0035] Wie bereits oben erwähnt, ist im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Zugelement ein flexibles Zugelement, welches nur Zugkräfte, nicht hingegen Druckkräfte übertragen kann.

[0036] Vorzugsweise ist der Fallanker als anregbarer Fallanker ausgebildet ist, wobei der Fallanker in einem angeregten Zustand den Meeresboden in einem Nahbereich des Fallankers verflüssigt, so dass ein Eindringen des Fallankers in den Meeresboden unterstützt wird. Ein angeregter Zustand des Fallankers kann insbesondere ein Zustand sein, in dem der Fallanker vibriert, so dass der Meeresboden im Nahbereich des Fallankers verflüssigt wird. Die Ankervibrationen können beim Abwerfen oder beim Aufprall auf den Meeresboden durch eine internen entsprechend gelagerte Unwuchtmasse erzeugt werden, die mit einer internen Aufhängung innerhalb vom Fallanker so fixiert ist, dass die interne Schwingfrequenz der Anregungsfrequenz des Bodens, typischerweise im Bereich von 15-45Hz, entspricht.

[0037] Vorzugsweise umfasst der Gründungspfahl eine Schutzverrohrung, die sich über eine Teillänge der Vergussmassesäule erstreckt.

[0038] Weiter vorzugsweise umfasst der Gründungspfahl eine Spundwandeneinfassung, die sich über eine Teillänge der Vergussmassesäule erstreckt.

[0039] In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Gründungssystem eine Spanneinrichtung, mittels der die mit dem Meeresboden verbundenen Zugelemen-

te kraftbeaufschlagbar sind. In einer entsprechenden Ausbildung des Gründungssystems kann eine nochmals erhöhte Stabilität des Offshore-Bauwerkes erreicht werden.

[0040] Vorzugsweise ist die Plattformstruktur als Umspanneinrichtung ausgebildet und/oder die Umspanneinrichtung umfasst die Plattformstruktur.

[0041] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner durch ein Offshore-Bauwerk gelöst, das ein oben beschriebenes Gründungssystem umfasst, wobei das Offshore-Bauwerk auf dem Monopile des Gründungssystems positioniert ist und mit diesem verbunden ist, wobei die Stabilisierungseinrichtungen mit dem Meeresboden in Kontakt stehen.

[0042] Sämtliche vorteilhafte Ausführungen, die im Zusammenhang mit dem Gründungssystem beschrieben sind, können selbstverständlich auch vorteilhafte Ausführungen des Offshore-Bauwerkes sein.

[0043] Ferner wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe durch ein Verfahren zur Gründung eines Offshore-Bauwerkes gelöst, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

Bereitstellen eines Monopiles mit einem im Meeresboden verankerbaren Verankerungsabschnitt und einem am gegenüberliegenden Ende angeordneten Verbindungsabschnitt;

Bereitstellen einer mit dem Verbindungsabschnitt des Monopiles direkt verbindbaren oder über ein Übergangsstück mittelbar verbindbaren und oberhalb der Wasseroberfläche anordenbaren Plattformstruktur;

- Verankern eines Verankerungsabschnitts eines Monopiles im Meeresboden;
- Anordnen und Verbinden des Offshore-Bauwerkes auf der Plattformstruktur;

Bereitstellen von zumindest zwei Stabilisierungseinrichtungen, die jeweils direkt mit der Plattformstruktur oder mittelbar über das Übergangsstück mit der Plattformstruktur verbindbar und mit dem Meeresboden in Kontakt bringbar sind, so dass Zug und / oder Druckkräfte zwischen dem Meeresboden und der Plattformstruktur übertragbar sind, wobei Befestigungspunkte der Stabilisierungseinrichtungen an der Plattformstruktur oder an dem Übergangsstück in Richtung Meeresboden verlaufen; und in Kontakt bringen der Stabilisierungseinrichtungen mit dem Meeresboden.

- In Kontakt bringen der Stabilisierungseinrichtungen mit dem Meeresboden. Vorteilhafterweise kann das Verfahren zur Gründung eines Offshore-Bauwerkes unter Verwendung eines Gründungssystems, das eine der Anzahl der Zugelemente entsprechende Anzahl von Gründungspfählen umfasst, die jeweils einen mit ei-

nem der Zugelemente verbundenen Fallanker und jeweils ein in situ innerhalb des Meeresbodens vergossene und sich innerhalb des Meeresbodens über eine Länge erstreckende Vergussmassesäule umfassen, folgende weitere Verfahrensschritte aufweisen:

- Bereitstellen und Anordnen eines Fallankers in einer vorbestimmten Höhe oberhalb des Meeresbodens;
- Befestigen eines Zugelements an dem Fallanker;
- Befestigen einer Vergussmasseleitung an dem Zugelement;
- Abwerfen des Fallankers, so dass dieser in den Meeresboden eindringt; und
- Einbringen einer aushärtbaren Vergussmasse in den vom Fallanker beim Eindringen in den Meeresboden erzeugten Schusskanal.

[0044] Als Schussanker im Sinne der vorliegenden Erfindung wird der von dem Fallanker beim Eintauchen in das Sediment des Meeresuntergrundes/Meeresbodens erzeugte Verdrängungskanal bezeichnet.

[0045] Das Verfahren hat insbesondere den Vorzug gegenüber herkömmlichen Pfahlgründungen, dass eine Abspannung des zu errichtenden Bauwerkes an einem oder mehreren Zugelementen erfolgen kann, die naturgemäß einen gewissen Freiraum bei der Platzierung des Offshore-Bauwerkes lässt, so dass das Setzen der Gründungspfähle nicht durch eine Schablone oder die Unterwasserstruktur des Bauwerkes vorgegeben ist.

[0046] Bei einer vorteilhaften Variante des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Vergussmasse über wenigstens eine Teillänge des Zugelements in den Schusskanal eingebracht wird, wobei das Zugelement in der ausgehärteten Vergussmasse verbleibt. Das Zugelement dient dabei einerseits der Armierung der Vergussmasse, andererseits der Abspannung des zu errichtenden Offshore-Bauwerkes. Dabei wird die vom Fallanker zu erreichende Tiefe reduziert, da die zur Abspannung der Hauptstruktur an dem Zugelement erforderliche Mantelreibung reduziert ist und durch den Vergussmasskörper geliefert wird.

[0047] Zweckmäßigerweise wird der Fallanker vor dem Abwerfen mit Ballast versehen, wobei die Ballastmasse so gewählt wird, dass der Fallanker bis zu einem tragfähigen Bodenhorizont in den Meeresuntergrund eindringt.

[0048] Bei einer besonders vorteilhaften Variante des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Fallanker an einem Abwurfstrang aufgehängt wird und das Abwerfen durch Betätigen eines Auslösemechanismus an dem Abwurfstrang erfolgt. Der Fallanker ist in diesem Fall sowohl an dem Abwurfstrang als auch an eines oder mehrere Zugelemente angeschlagen.

[0049] Vorzugsweise kann bei dem Verfahren der Fal-

lanker durch ein Schutzrohr oder eine Spundwand-einfassung in den Meeresuntergrund eingebracht werden, wobei das Schutzrohr oder die Spundwand-einfassung vorher gesetzt wurden. Um ein Eindringen des Fallankers in den Meeresuntergrund zu erleichtern, kann vorgesehen sein, dass der Meeresuntergrund unterhalb des Schutzrohres oder innerhalb der Spundwand-einfassung vor dem Abwerfen des Fallankers durch Injektion von Druckluft oder Wasser fluidisiert wird.

[0050] Alternativ kann beispielsweise bei Verwendung eines Schutzrohres vorgesehen sein, dass das Schutzrohr vor dem Abwerfen des Fallankers leergepumpt wird, so dass sich die kinetische Energie, mit der der Fallanker in den Meeresboden eindringen kann, signifikant erhöht.

[0051] Alternativ kann das Schutzrohr, welches sich beispielsweise über den Meeresboden hinaus erstrecken kann, mit einer Flüssigkeit vollgepumpt werden, so dass am Rohrfuß durch die Flüssigkeitssäule ein erhöhter hydrostatischer Druck aufgebaut wird, der das Eindringen des Fallankers in den Meeresuntergrund erleichtert. Die Flüssigkeitssäule kann beispielsweise hinsichtlich ihres spezifischen Gewichts entsprechend eingestellt sein. Beispielsweise kann als Flüssigkeit eine Schwerspatlösung Anwendung finden.

[0052] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus den erläuterten Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen im Einzelnen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines mittels des erfindungsgemäßen Gründungssystems gegründeten Offshore-Bauwerkes; und

Figur 2: Ein Offshore-Bauwerk, das mittels eines Gründungssystems gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung begründet ist.

[0053] In der nun folgenden Beschreibung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile beziehungsweise gleiche Merkmale, so dass eine in Bezug auf eine Figur durchgeführte Beschreibung bezüglich eines Bauteils auch für die anderen Figuren gilt, sodass eine wiederholende Beschreibung vermieden wird.

[0054] In Figur 1 ist ein Offshore-Bauwerk 1 dargestellt, das mittels eines erfindungsgemäßen Gründungssystems auf dem Meeresboden U gegründet ist.

[0055] Aus Figur 1 ist ersichtlich, dass das Gründungssystem einen Monopile 10 mit einem im Meeresboden U verankerbaren Verankerungsabschnitt 11 und einem dem Verankerungsabschnitt 11 gegenüberliegenden Verbindungsabschnitt 12 aufweist. Der Verankerungsabschnitt 11 wird beispielsweise durch Rammen oder Einspülen in den Meeresuntergrund U gesetzt. Das erfindungsgemäße Gründungssystem umfasst ferner eine mit dem Verbindungsabschnitt 12 des Monopiles 10 verbindbare Plattformstruktur 3. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Plattformstruktur 3 direkt mit dem

Monopile 10 verbunden. Jedoch ist es auch möglich, dass die Plattformstruktur 3 mit einem zwischen dem Monopile 10 und der Plattformstruktur 3 angeordneten Übergangsstück verbunden ist. Ein entsprechendes Übergangsstück ist in den Figuren nicht dargestellt.

[0056] Aus Figur 1 ist ferner ersichtlich, dass auf die Plattformstruktur 3 ein Anschlussbauwerk 2 in Form eines Umspannwerkes 2 aufgesetzt ist. Das Umspannwerk 3 umfasst eine Vielzahl von Einzelbauteilen, die das Gewicht des Umspannwerkes leicht auf über 1000 Tonnen ansteigen lässt.

[0057] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, dass das Anschlussbauwerk 2 in Form eines Umspannwerkes 2 ausgebildet ist. So kann das Anschlussbauwerk 2 erfindungsgemäß auch als Windkraftanlage oder auch als Bohr- oder Förderplattform ausgebildet sein.

[0058] Das erfindungsgemäße Gründungssystem umfasst zumindest zwei Stabilisierungseinrichtungen 20. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Stabilisierungseinrichtungen 20 als Stützfüße beziehungsweise als Stabilisierungsstützen 21 ausgebildet. Die Stabilisierungsstützen 21 sind jeweils direkt mit der Plattformstruktur 3 verbunden und auf den Meeresboden U absenkbar. Bei der in Figur 1 dargestellten Installation sind die Stabilisierungsstützen 21 bereits auf dem Meeresuntergrund U abgesetzt. Die Installation kann derart vonstatten gehen, dass die Plattformstruktur 3 auf dem Verbindungsabschnitt 12 des Monopiles 10 aufgesetzt wird, wobei in diesem Zustand die Stabilisierungsstützen 21 in Führungshülsen der Plattformstruktur 3 sich in einer oberen Stellung befinden, so dass diese nicht nach unten in Richtung des Meeresbodens U herunter ragen. Nach Verbindung der Plattformstruktur 3 mit dem Monopile 10 werden die Stabilisierungsstützen 21 auf den Meeresuntergrund U abgesenkt, so dass diese mit dem Meeresuntergrund U in Kontakt stehen. Anschließend werden die Stabilisierungsstützen 21 mit der Plattformstruktur 3 verriegelt, so dass über die jeweiligen Stabilisierungsstützen 21 axial verlaufende Schubkräfte auf den Meeresboden U übertragbar sind.

[0059] Da die Führungshülsen an der Plattformstruktur 3 derart voneinander beabstandet sind, dass diese eine Ebene mit einer horizontalen Erstreckungskomponente, in dem vorliegenden Beispiel eine horizontale Ebene aufspannen, und die Stabilisierungsstützen 21 an den vier Eckpunkten der Plattformstruktur 3 angeordnet sind, können horizontale Kräfte, die auf den Monopile 10 oder auf das Umspannwerk 2 wirken, durch die Stabilisierungsstützen 21 aufgefangen werden. Diese horizontale Krafteinwirkung kann beispielsweise durch Wind verursacht werden, der an dem Monopile 10 und an dem Umspannwerk 2 angreift. Ferner werden horizontale Kräfte durch Wellen oder Schiffsanstoß auf den Monopile 10 übertragen.

[0060] Schwankbewegungen des so gegründeten Offshore-Bauwerkes 1 wird durch die Stabilisierungsstützen 21 folglich zuverlässig entgegengewirkt. Die Stabilisie-

rungsstützen 21 bewirken auch, dass sich die Schwingfrequenz des Offshore-Bauwerkes derart verändert, dass dieses außerhalb des üblichen Wellenfrequenzspektrums liegt. Die Resonanzfrequenz des mittels des erfindungsgemäßen Gründungssystems gegründeten Offshore-Bauwerkes 1 liegt oberhalb von 0,25 Hz und üblicherweise auch oberhalb von 0,3 Hz.

[0061] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Stabilisierungsstützen 21 mit dem Meeresboden U nicht verbunden beziehungsweise in diesem nicht verankert.

[0062] Jedoch ist es auch möglich, dass die Stabilisierungsstützen 21 mit dem Meeresboden U verbunden, insbesondere verankert sind, so dass über die Stabilisierungsstützen 21 nicht lediglich nur Druckkräfte sondern auch Zugkräfte zwischen dem Meeresboden U und der Plattformstruktur 3 übertragen werden können. Durch eine entsprechende Ausbildung des Gründungssystems wird die Stabilität nochmals vergrößert, da bei Krafteinwirkung eine Stabilisierungsstütze 21 Druckkräfte aufnehmen kann und eine andere, dieser Stabilisierungsstütze 21 gegenüberliegende Stabilisierungsstütze 21 Zugkräfte aufnehmen kann.

[0063] In Figur 2 ist ein Offshore-Bauwerk 1 dargestellt, dass mittels eines Gründungssystems gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf dem Meeresuntergrund U gegründet ist. Die Stabilisierungseinrichtungen 20 sind dabei als flexible Zugelemente 22 ausgebildet, die mit dem Meeresboden U verbindbar sind. Zugelemente 22 im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Ankertrasse 22, Ankerkabel 22, Ankerketten 22 oder ganz allgemein flexible Zugelemente 22. Flexible Zugelemente 22 im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Zugelemente, über die Zugkräfte, jedoch keine Schubkräfte übertragbar sind.

[0064] Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind an vier Ecken der Plattformstruktur 3 vier Zugelemente 22 vorgesehen, die jeweils mit dem Meeresboden U verbunden sind.

[0065] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Gründungssystem auch vier Fallanker 31 in Form von vier Torpedopiles 31, die jeweils mit einem Zugelement 22 verbunden sind. Die Fallanker 31 sind Teil von Gründungspfählen 30, die zusätzlich zum Fallanker 31 Vergussmassesäulen 32 umfassen.

[0066] Die Installation des Gründungssystems verläuft derart, dass nach Verbinden der Plattformstruktur 3 mit dem Verbindungsabschnitt 12 des Monopiles 10 die jeweiligen Fallanker 31 mit an diesen verbundenen Zugelementen 22 aus einer vorbestimmten Höhe in den Meeresboden U fallengelassen werden, so dass die Fallanker 31 einen Schusskanal bilden. In diesen Schusskanal wird dann eine aushärtbare Vergussmasse eingeführt, die die in Figur 2 dargestellten Vergussmassesäulen 32 bilden.

[0067] Folglich sind über die Zugelemente 22 lediglich Zugkräfte übertragbar, wobei aufgrund der Anordnung der Befestigungspunkte der Zugelemente 22 an der Plattformstruktur 3 horizontale Kräfte aus beliebiger

Richtung kompensiert werden können, da die Befestigungspunkte der Zugelemente 22 an der Plattformstruktur 3 eine Ebene mit einer horizontalen Erstreckungskomponente aufspannen.

[0068] Vorzugsweise umfasst das Gründungssystem ferner ein in Figur 2 nicht dargestellte Spanneinrichtung, mittels der die Zugelemente 22 gespannt werden können, wodurch sich die Stabilität des mittels des Gründungssystems gegründeten Offshore-Bauwerkes 1 nochmals erhöht.

Bezugszeichenliste:

[0069]

1	Offshore-Bauwerk
2	topside / Anschlussbauwerk / Umspannwerk
3	Plattformstruktur / Plattform
10	Monopile
11	Verankerungsabschnitt (des Monopiles)
12	Verbindungsabschnitt (des Monopiles)
20	Stabilisierungseinrichtung
21	Stabilisierungsstütze / Stabilisierungseinrichtung
22	Zugelement / Ankertrasse / Ankerkette / Ankerkabel / Stabilisierungseinrichtung
25	Gründungspfahl
30	Fallanker / Torpedopile
31	Fallanker / Torpedopile
32	Vergussmassesäule
M	Meeresspiegel / Meeresoberfläche
30	U Meeresboden / Meeresuntergrund

Patentansprüche

1. Gründungssystem für die Gründung eines Offshore-Bauwerkes (1), umfassend:

- einen Monopile (10) mit einem im Meeresboden (M) verankerbaren Verankerungsabschnitt (11) und einem am gegenüberliegenden Ende angeordneten Verbindungsabschnitt (12);
- eine mit dem Verbindungsabschnitt (12) des Monopiles (10) direkt verbindbare oder über ein Übergangsstück mittelbar verbindbare und oberhalb der Wasseroberfläche anordenbare Plattformstruktur (3); und
- zumindest zwei Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabilisierungseinrichtungen jeweils direkt mit der Plattformstruktur (3) oder mittelbar über das Übergangsstück mit der Plattformstruktur (3) verbindbar und mit dem Meeresboden (M) in Kontakt bringbar sind, so dass Zug- und / oder Druckkräfte zwischen dem Meeresboden (M) und der Plattformstruktur (3) übertragbar sind;

wobei Befestigungspunkte der Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) an der Plattformstruktur (3)

- oder an dem Übergangsstück zusammen mit dem Verbindungsabschnitt (12) des Monopiles (10) im montierten Zustand des Gründungssystems eine Ebene mit einer horizontalen Erstreckungskomponente aufspannen; und die Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) senkrecht von der Plattformstruktur (3) und/oder von dem Übergangsstück in Richtung Meeresboden verlaufen und mit dem Meeresboden in Kontakt stehen.
2. Gründungssystem nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:
- die Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) sind jeweils als Stabilisierungsstützen (21) ausgebildet, die mit der Plattformstruktur (3) und/oder mit dem Übergangsstück verschiebbar verbunden sind und von der Plattformstruktur (3) und/oder dem Übergangsstück auf den Meeresboden (M) absenkbar sind; und
 - die Stabilisierungsstützen (21) sind mit der Plattformstruktur (3) und/oder mit dem Übergangsstück verriegelbar, so dass über die jeweiligen Stabilisierungsstützen (21) axial verlaufende Druckkräfte sowie Querkräfte auf den Meeresboden (M) übertragbar sind.
3. Gründungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) jeweils mit dem Meeresboden (M) verbindbar sind, so dass über die jeweiligen Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) Zugkräfte übertragbar sind.
4. Gründungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) jeweils als flexibles Zugelement (22) ausgebildet sind, die mit dem Meeresboden (M) verbindbar sind.
5. Gründungssystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gründungssystem eine der Anzahl der Zugelemente (22) entsprechende Anzahl von Gründungspfählen (30) umfasst, die jeweils einen mit einem der Zugelemente (22) verbundenen Fallanker (31) und jeweils ein in situ innerhalb des Meeresbodens (M) vergossene und sich innerhalb des Meeresbodens (M) über eine Länge erstreckende Vergussmassesäule (32) umfassen.
6. Gründungssystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fallanker (31) als anregbarer Fallanker (31) ausgebildet ist, wobei der Fallanker (31) in einem angeregten Zustand den Meeresboden (M) in einem Nahbereich des Fallankers (31) verflüssigt, so dass ein Eindringen des Fallankers (31) in den Meeresboden (M) unterstützt wird.
7. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gründungssystem eine Spanneinrichtung umfasst, mittels der die mit dem Meeresboden (M) verbundenen Zugelemente (22) kraftbeaufschlagbar sind.
8. Gründungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattformstruktur (3) als Umspanneinrichtung (3) ausgebildet ist und/oder die Umspanneinrichtung (2) die Plattformstruktur (3) umfasst.
9. Offshore-Bauwerk (1), umfassend ein Gründungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Offshore-Bauwerk (1) auf dem Monopile (10) des Gründungssystems positioniert und mit diesem verbunden ist.
10. Verfahren zur Gründung eines Offshore-Bauwerkes (1), umfassend die folgenden Verfahrensschritte:
- Bereitstellen eines Monopiles (10) mit einem im Meeresboden (M) verankerbaren Verankerungsabschnitt (11) und einem am gegenüberliegenden Ende angeordneten Verbindungsabschnitt (12);
 - Bereitstellen einer mit dem Verbindungsabschnitt (12) des Monopiles (10) direkt verbindbaren oder über ein Übergangsstück mittelbar verbindbaren und oberhalb der Wasseroberfläche anordenbaren Plattformstruktur (3)
 - Verankern eines Verankerungsabschnitts (11) eines Monopiles (10) im Meeresboden (M);
 - Anordnen des Offshore-Bauwerkes (1) auf der Plattformstruktur (3);
 - Bereitstellen von zumindest zwei Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22), die jeweils direkt mit der Plattformstruktur (3) oder mittelbar über das Übergangsstück mit der Plattformstruktur (3) verbindbar und mit dem Meeresboden (M) in Kontakt bringbar sind, so dass Zug- und/oder Druckkräfte zwischen dem Meeresboden (M) und der Plattformstruktur (3) übertragbar sind, wobei Befestigungspunkte der Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) an der Plattformstruktur (3) oder an dem Übergangsstück zusammen mit dem Verbindungsabschnitt (12) des Monopiles (10) im montierten Zustand des Gründungssystems eine Ebene mit einer horizontalen Erstreckungskomponente aufspannen, wobei die Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) senkrecht von der Plattformstruktur (3) und/oder von dem Übergangsstück in Richtung Meeresboden verlaufen; und
 - in Kontakt bringen der Stabilisierungseinrichtungen (20, 21, 22) mit dem Meeresboden (M).

11. Verfahren nach Anspruch 10 unter Verwendung eines Gründungssystems mit den Merkmalen des Anspruchs 5, **gekennzeichnet durch** die weiteren Verfahrensschritte:

- Bereitstellen und Anordnen eines Fallankers (31) in einer vorbestimmten Höhe oberhalb des Meeresbodens;
- Befestigen eines Zugelements (22) an dem Fallanker (31);
- Befestigen einer Vergussmasseleitung an dem Zugelement (22);
- Abwerfen des Fallankers (31), so dass dieser in den Meeresboden (M) eindringt; und
- Einbringen einer aushärtbaren Vergussmasse in den vom Fallanker (31) beim Eindringen in den Meeresboden (M) erzeugten Schusskanal.

Claims

1. Foundation system for the foundation of an offshore construction (1), comprising:

- a monopile (10) having an anchoring portion (11) which can be anchored in the seabed (M) and comprising a connecting portion (12) arranged at the opposite end;
- a platform structure (3) which can be connected to the connecting portion (12) of the monopile (10) directly or indirectly via a transition piece and can be arranged above the water surface; and
- at least two stabilization devices (20, 21, 22), **characterized in that** the stabilization devices can each be connected directly to the platform structure (3) or indirectly to the platform structure (3) via the transition piece and can be brought into contact with the seabed (M), so that tensile and/or compressive forces can be transmitted between the seabed (M) and the platform structure (3); wherein, in the installed state of the foundation system, fastening points of the stabilization devices (20, 21, 22) on the platform structure (3) or on the transition piece, together with the connecting portion (12) of the monopile (10), span a plane having a horizontal extension component; and the stabilization devices (20, 21, 22) extend perpendicularly from the platform structure (3) and/or from the transition piece in the direction of the seabed and are in contact with the seabed.

2. Foundation system according to claim 1, **characterized by** the following features:

- the stabilization devices (20, 21, 22) are each designed as stabilization supports (21) which

are movably connected to the platform structure (3) and/or to the transition piece and can be lowered from the platform structure (3) and/or the transition piece to the seabed (M); and

- the stabilization supports (21) can be locked to the platform structure (3) and/or to the transition piece, so that axially extending compressive forces and transverse forces can be transmitted to the seabed (M) via the respective stabilization supports (21).

3. Foundation system according to either of the preceding claims, **characterized in that** the stabilization devices (20, 21, 22) can each be connected to the seabed (M) so that tensile forces can be transmitted via the respective stabilization devices (20, 21, 22).

4. Foundation system according to claim 1, **characterized in that** the stabilization devices (20, 21, 22) are each designed as a flexible tensile element (22) which can be connected to the seabed (M).

5. Foundation system according to claim 4, **characterized in that** the foundation system comprises a number of foundation piles (30) that corresponds to the number of tensile elements (22), which foundation piles each comprise a drop anchor (31) connected to one of the tensile elements (22) and each comprise a casting compound column (32) which is cast in situ in the seabed (M) and extends within the seabed (M) over a length.

6. Foundation system according to claim 5, **characterized in that** the drop anchor (31) is designed as a stimuable drop anchor (31), wherein, in a stimulated state, the drop anchor (31) liquefies the seabed (M) in a vicinity of the drop anchor (31) so that penetration of the drop anchor (31) into the seabed (M) is facilitated.

7. Foundation system according to any of claims 4 to 6, **characterized in that** the foundation system comprises a tensioning device by means of which the tensile elements (22) connected to the seabed (M) can be subjected to force.

8. Foundation system according to any of the preceding claims, **characterized in that** the platform structure (3) is designed as a transformer device (3) and/or the transformer device (2) comprises the platform structure (3).

9. Offshore construction (1), comprising a foundation system according to any of the preceding claims, **characterized in that** the offshore construction (1) is positioned on the monopile (10) of the foundation system and connected thereto.

10. Method for the foundation of an offshore construction (1), comprising the following method steps:

- providing a monopile (10) having an anchoring portion (11) which can be anchored in the seabed (M) and comprising a connecting portion (12) arranged at the opposite end; 5
- providing a platform structure (3) which can be connected to the connecting portion (12) of the monopile (10) directly or indirectly via a transition piece and can be arranged above the water surface; 10
- anchoring an anchoring portion (11) of a monopile (10) in the seabed (M);
- arranging the offshore construction (1) on the platform structure (3); 15
- providing at least two stabilization devices (20, 21, 22) which can each be connected directly to the platform structure (3) or indirectly to the platform structure (3) via the transition piece and can be brought into contact with the seabed (M), so that tensile and/or compressive forces can be transmitted between the seabed (M) and the platform structure (3), wherein, in the installed state of the foundation system, fastening points of the stabilization devices (20, 21, 22) on the platform structure (3) or on the transition piece, together with the connecting portion (12) of the monopile (10), span a plane having a horizontal extension component, wherein the stabilization devices (20, 21, 22) extend perpendicularly from the platform structure (3) and/or from the transition piece in the direction of the seabed; and 20
- bringing the stabilization devices (20, 21, 22) into contact with the seabed (M). 25

11. Method according to claim 10 using a foundation system having the features of claim 5, **characterized by** the further method steps:

- providing and arranging a drop anchor (31) at a predetermined height above the seabed; 40
- fastening a tensile element (22) to the drop anchor (31);
- fastening a casting compound line to the tensile element (22); 45
- dropping the drop anchor (31) so that it penetrates the seabed (M); and
- introducing a curable casting compound into the injection channel created by the drop anchor (31) when penetrating the seabed (M). 50

Revendications

1. Système de fondation pour la fondation d'une construction offshore (1), comprenant :

- une monopile (10) comportant une section d'ancrage (11) qui peut être ancrée dans le fond marin (M) et une section de raccordement (12) disposée à l'extrémité opposée ;
- une structure de plate-forme (3) qui peut être directement raccordée ou indirectement raccordée par l'intermédiaire d'une pièce de transition à la section de raccordement (12) de la monopile (10) et peut être disposée au-dessus de la surface de l'eau ; et
- au moins deux dispositifs de stabilisation (20, 21, 22), **caractérisé en ce que** les dispositifs de stabilisation peuvent chacun être directement raccordés à la structure de plate-forme (3) ou indirectement raccordés par l'intermédiaire de la pièce de transition à la structure de plate-forme (3) et mis en contact avec le fond marin (M), de telle sorte que des forces de traction et/ou de compression peuvent être transmises entre le fond marin (M) et la structure de plate-forme (3) ;

des points de fixation des dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) montant un plan comportant un composant d'extension horizontal avec la section de raccordement (12) de la monopile (10) sur la structure de plate-forme (3) ou sur la pièce de transition à l'état assemblé du système de fondation ; et les dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) s'étendant perpendiculairement à la structure de plate-forme (3) et/ou à la pièce de transition en direction du fond marin et étant en contact avec le fond marin.

2. Système de fondation selon la revendication 1, **caractérisé par** les caractéristiques suivantes :

- les dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) sont respectivement conçus en tant que supports de stabilisation (21) et sont raccordés de manière coulissante à la structure de plate-forme (3) et/ou à la pièce de transition et peuvent être abaissés vers le fond marin (M) depuis la structure de plate-forme (3) et/ou la pièce de transition ; et
- les supports de stabilisation (21) peuvent être verrouillés avec la structure de plate-forme (3) et/ou avec la pièce de transition, de telle sorte que des forces de compression ainsi que des forces transversales s'étendant axialement peuvent être transmises au fond marin (M) par l'intermédiaire des supports de stabilisation (21) respectifs.

3. Système de fondation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) peuvent être respectivement raccordés au fond marin (M), de telle sorte que des forces de traction peuvent être transmises par

l'intermédiaire des dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) respectifs.

4. Système de fondation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) sont conçus respectivement en tant qu'élément de traction (22) flexible qui peut être raccordé au fond marin (M). 5
5. Système de fondation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le système de fondation comprend un certain nombre de pieux de fondation (30) correspondant au nombre d'éléments de traction (22), chaque pieu de fondation comprenant une ancre de descente (31) raccordée à l'un des éléments de traction (22) et une colonne de masse de scellement (32) coulée in situ à l'intérieur du fond marin (M) et s'étendant sur une longueur à l'intérieur du fond marin (M). 10 15 20
6. Système de fondation selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'ancre de descente (31) est conçue en tant qu'ancre de descente (31) stimulant, l'ancre de descente (31) dans un état stimulé fluidifiant le fond marin (M) dans une zone de proximité de l'ancre de descente (31), de telle sorte qu'une pénétration de l'ancre de descente (31) dans le fond marin (M) est soutenue. 25 30
7. Système de fondation selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** le système de fondation comprend un dispositif de tension, permettant de solliciter les éléments de traction (22) raccordés au fond marin (M) par une force. 35
8. Système de fondation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la structure de plate-forme (3) est conçue en tant que dispositif de transformation (3) et/ou le dispositif de transformation (2) comprend la structure de plate-forme (3). 40
9. Construction offshore (1), comprenant un système de fondation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la construction offshore (1) est positionnée sur et raccordée à la monopile (10) du système de fondation. 45
10. Processus de fondation d'une construction offshore (1), comprenant les étapes de procédé suivantes : 50
 - fourniture d'une monopile (10) comportant une section d'ancrage (11) qui peut être ancrée dans le fond marin (M) et une section de raccordement (12) disposée à l'extrémité opposée ;
 - fourniture d'une structure de plate-forme (3) qui peut être directement raccordée ou indirectement raccordée par l'intermédiaire d'une pièce de transition à la section de raccordement 55

(12) de la monopile (10) et disposée au-dessus de la surface de l'eau ;

- ancrage d'une section d'ancrage (11) d'une monopile (10) dans le fond marin (M) ;
- disposition de la construction offshore (1) sur la structure de plate-forme (3) ;
- fourniture d'au moins deux dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) qui peuvent chacun être directement raccordés à la structure de plate-forme (3) ou indirectement raccordés par l'intermédiaire de la pièce de transition à la structure de plate-forme (3) et mis en contact avec le fond marin (M), de telle sorte que des forces de traction et/ou de compression entre le fond marin (M) et la structure de plate-forme (3) peuvent être transmises, des points de fixation des dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) montant un plan comportant un composant d'extension horizontal avec la section de raccordement (12) de la monopile (10) sur la structure de plate-forme (3) ou sur la pièce de transition à l'état assemblé du système de fondation, les dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) s'étendant perpendiculairement à la structure de plate-forme (3) et/ou à la pièce de transition en direction du fond marin ; et
- mise en contact des dispositifs de stabilisation (20, 21, 22) avec le fond marin (M).

11. Procédé selon la revendication 10 utilisant un système de fondation comportant les caractéristiques de la revendication 5, **caractérisé par** les étapes de procédé supplémentaires :

- fourniture et disposition d'une ancre de descente (31) à une hauteur prédéterminée au-dessus du fond marin ;
- fixation d'un élément de traction (22) à l'ancre de descente (31) ;
- fixation d'une conduite de masse de scellement à l'élément de traction (22) ;
- largage de l'ancre de descente (31), de telle sorte qu'elle pénètre dans le fond marin (M) ; et
- introduction d'une masse de scellement durcissable dans le canal de tir créé par l'ancre de descente (31) lorsqu'elle pénètre dans le fond marin (M).

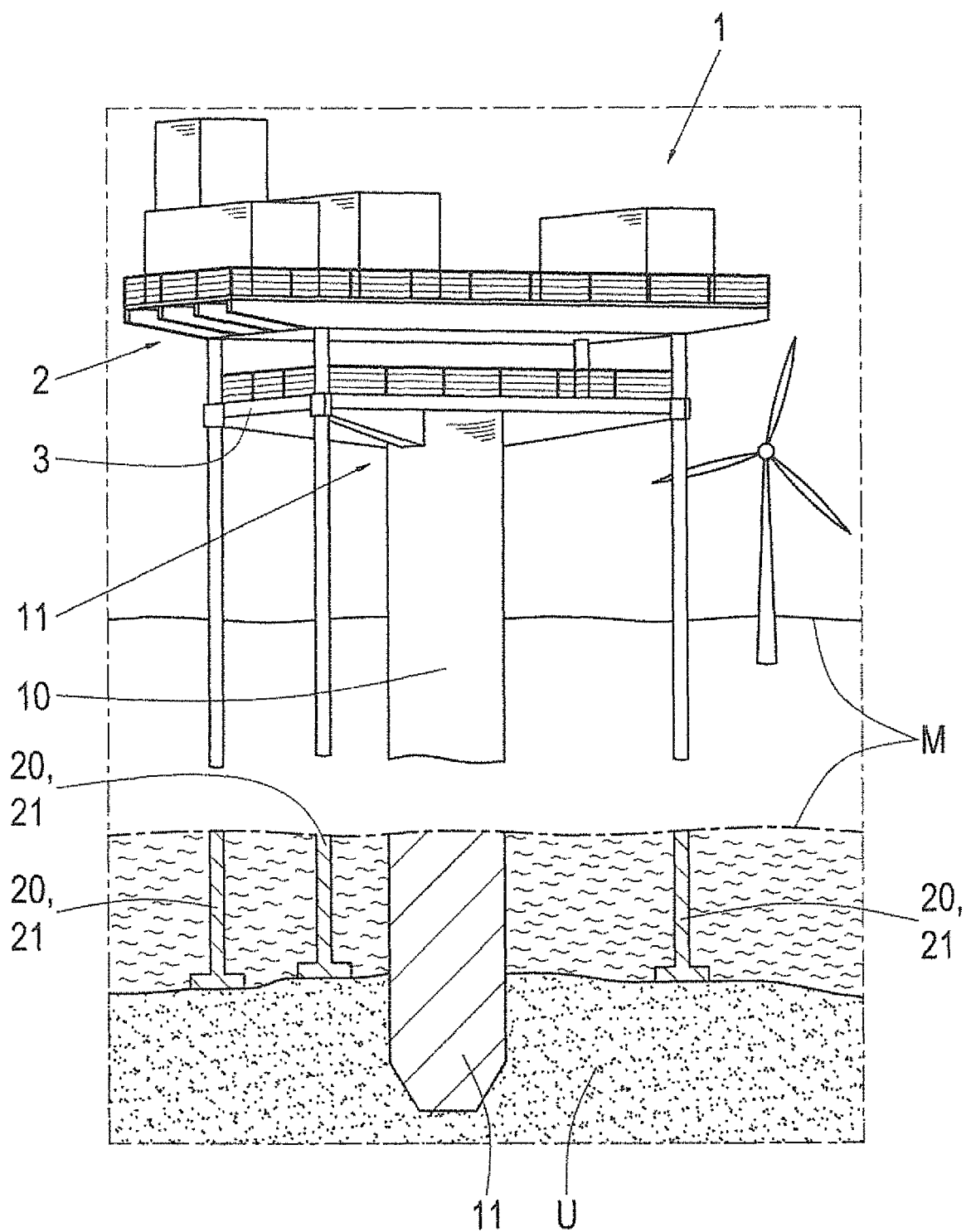


Fig. 1

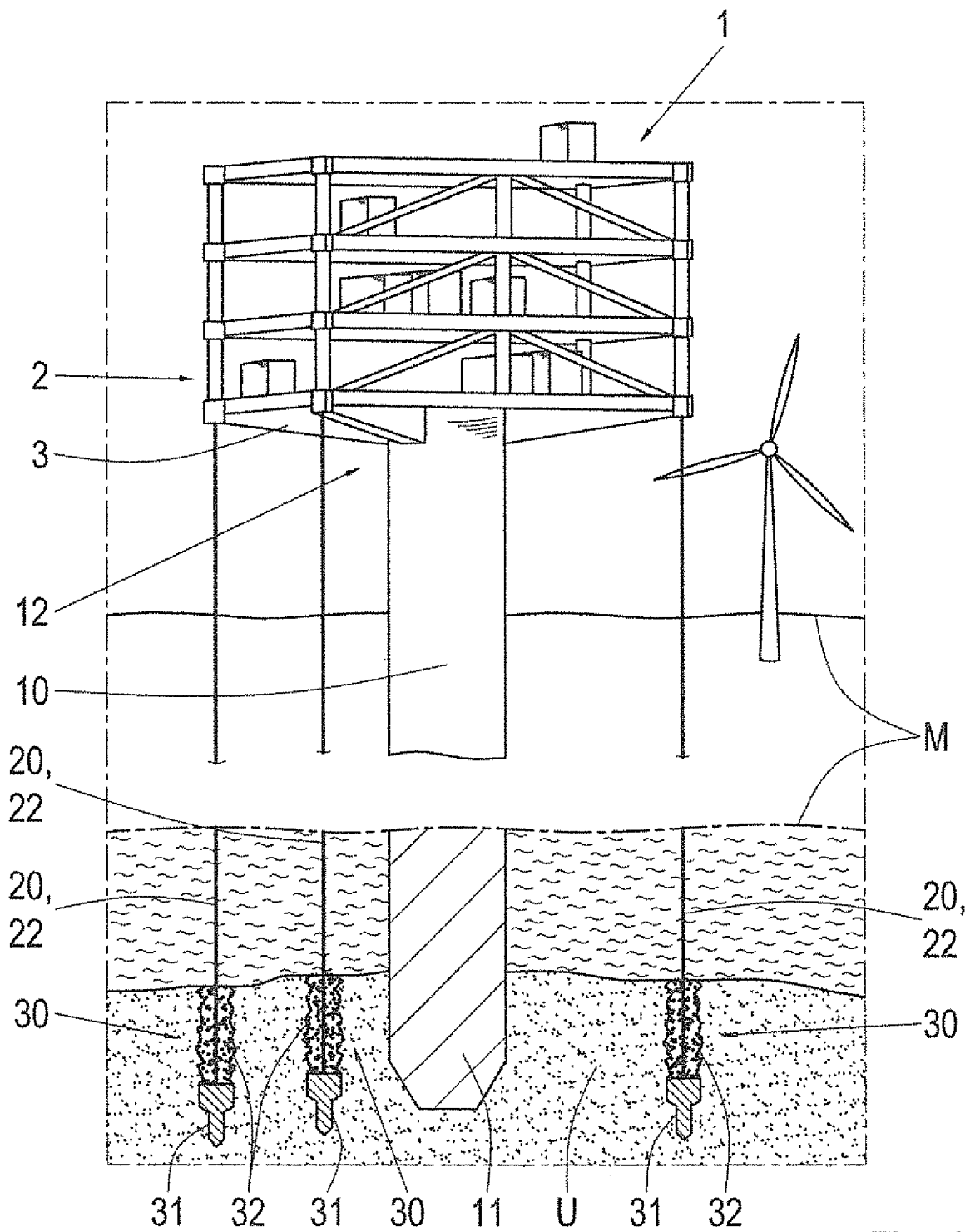


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2742170 A1 [0008]
- DE 202007009474 U1 [0009]
- KR 101046648 B [0010]