



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.01.2020 Patentblatt 2020/04

(51) Int Cl.:
E02B 17/02 (2006.01) E02D 27/52 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19165504.2**

(22) Anmeldetag: **27.03.2019**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Innogy SE**
45128 Essen (DE)

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

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **20.07.2018 DE 102018117656**

(54) **GRÜNDUNGSVERSTÄRKUNG FÜR OFFSHORE-BAUWERKE**

(57) Es wird insbesondere eine Gründungsverstärkung (1) für eine bestehende Gründung (2) eines Offshore-Bauwerk (3) offenbart, die Gründungsverstärkung umfassend: zumindest ein im Wesentlichen vertikal verlaufendes Stützelement (4) mit einem oberen Ende (4b) und einem unteren Ende (4a), wobei das untere Ende (4a) fixiert ist; zumindest ein Kragelement (5), das von dem oberen Ende (4b) des Stützelementes (4) zu einem von einem ersten Verankerungsabschnitt (6) einer bestehenden Gründung (2) gehaltenen Element (7) des Offshore-Bauwerks (3) zumindest teilweise horizontal hinausragt; wobei das Stützelement (4) und das Kragelement (5) derart an der bestehenden Gründung (2) anordenbar sind, dass eine auf das Element (7) wirkende Kraft zumindest teilweise über das Kragelement (5) auf das Stützelement (4) und/oder auf das Stützelement (4) übertragbar ist, so dass eine Entlastung der bestehenden Gründung (2) erzielbar ist. Ferner werden eine Gründung (2) und ein Offshore-Bauwerk (3) offenbart, die jeweils eine gegenständliche Gründungsverstärkung (1) umfassen.

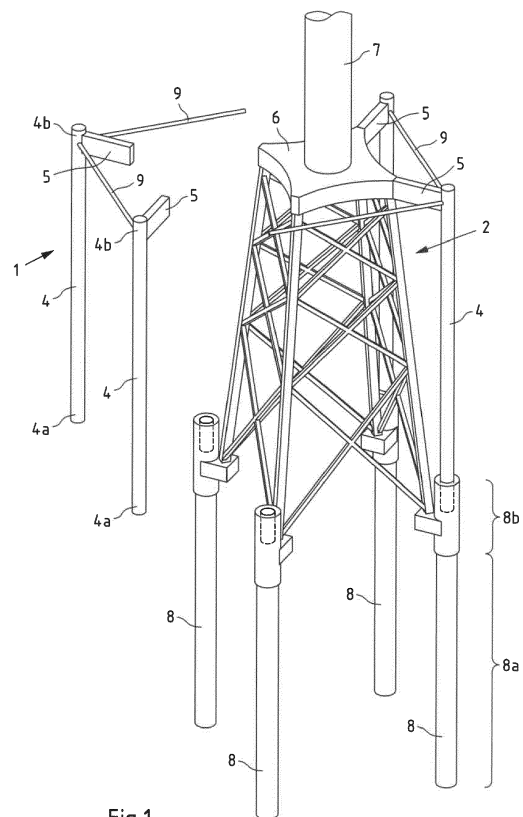


Fig.1

Beschreibung

Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gründungsverstärkung für ein Offshore-Bauwerk.

Hintergrund

[0002] Gründungen bzw. Gründungsstrukturen für Offshore-Bauwerke bzw. Offshore-Strukturen, insbesondere für Offshore-Windenergieanlagen oder Topsides (z. B. aufgesetzte Behausungen von elektrischen Anlagen, Umspannwerke, Plattformen, um nur einige Beispiele zu nennen) erfordern im laufenden Betrieb mitunter steigende Lastanforderungen, die von der entsprechenden Gründung dann getragen werden müssen.

[0003] Beispielsweise kann es vorkommen, dass eine Ölbohrplattform als Offshore-Bauwerk im laufenden Betrieb mehr Öl fördern, oder eine erhöhte Sicherheit gegenüber Wetterbedingungen oder dergleichen bieten soll. Ferner kann sich beispielsweise bei Windenergieanlagen als Offshore-Bauwerk die Lastanforderung im laufenden Betrieb erhöhen, wenn z. B. eine größere Turbine, oder größere Rotorblätter von der Windenergieanlage umfasst sein sollen. Dann ist es erforderlich, dass auch die bestehende Gründung des Offshore-Bauwerks diese erhöhten Lastanforderungen tragen kann.

[0004] Nachteilig ist oftmals, dass die verwendeten und bestehenden Gründungen für diese höheren Lasten nicht ausgelegt sind. Beispielsweise haben Strukturen z. B. Gitterelemente von Jacket-Gründungen selber zum Teil schon einen erheblichen Anteil an geplanten Ermüdungslasten erfahren. Ferner ist ein Nachrüsten von weiteren Gitterstrukturen einer (Jacket-) Gründung mitunter aufwendig, da durch neue Gitterstrukturen eine erhöhte modale Masse vorliegt, die die Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks herabsetzt und damit in der Regel die Ermüdungslasten der bestehenden Gründung erhöht werden. Dies liegt vor allen Dingen daran, dass die Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks näher an die Erregerfrequenz des Wellenspektrums des Meeres rückt.

Allgemeine Beschreibung einiger beispielhafter Ausführungsformen

[0005] Es wäre wünschenswert, insbesondere bestehende Gründungen an sich im laufenden Betrieb erhöhende Lastanforderungen eines Offshore-Bauwerks anpassen zu können.

[0006] Vor dem Hintergrund des dargestellten Standes der Technik ist es somit die gegenständliche Aufgabe, die beschriebenen Probleme zumindest teilweise zu verringern oder zu vermeiden, das heißt insbesondere eine kostengünstige Möglichkeit bereitzustellen, um eine bestehende Gründung eines Offshore-Bauwerks an sich erhöhende Lastanforderungen im laufenden Betrieb anpassen zu können.

[0007] Gemäß einem beispielhaften Aspekt der Erfindung wird eine Gründungsverstärkung für ein Offshore-Bauwerk offenbart, die folgendes umfasst:

- zumindest ein im Wesentlichen vertikal verlaufendes Stützelement mit einem oberen Ende und einem unteren Ende, wobei das untere Ende fixiert ist;
- zumindest ein Kragement, das von dem oberen Ende des Stützelementes zu einem von einem ersten Verankerungsabschnitt einer bestehenden Gründung gehaltenen Element des Offshore-Bauwerks zumindest teilweise horizontal hinausragt;

wobei das Stützelement und das Kragement derart an der bestehenden Gründung anordenbar sind, dass eine auf das Element wirkende Kraft zumindest teilweise über das Kragement auf das Stützelement und/oder (z. B. direkt) auf das Stützelement übertragbar ist, so dass eine Entlastung der bestehenden Gründung erzielbar ist.

[0008] Im Folgenden werden einige beispielhafte Ausführungsformen detaillierter beschrieben:

Der Begriff Meeresboden im Sinne der Erfindung umfasst sowohl einen Meeresboden eines Meeres (z. B. Ozean) als auch einen Seeboden eines Sees.

[0009] Dabei liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass Tragreserven von Verankerungen (z. B. Gründungspfähle) im Meeresboden von bestehenden Gründungen mobilisierbar sind. Ferner ist es möglich, die von der erhöhten Lastanforderung des Offshore-Bauwerks verursachte Lasterhöhung in (der Struktur) der bestehenden Gründung (z. B. Jacket-Gründung) gering zu halten. Ferner werden die erforderlichen Änderungen und Anpassungen an der bestehenden Gründung bzw. deren Strukturen (Strukturelemente) mittels der erfindungsgemäßen Gründungsverstärkung gering gehalten.

[0010] Erfindungsgemäß werden die Lasten bzw. erhöhte Lasten des Offshore-Bauwerks über die gegenständliche Gründungsverstärkung in zumindest ein hauptsächlich vertikal ausgerichtetes Stützelement umgeleitet, das mit seinem unteren Ende in Meeresbodennähe bzw. Seebodennähe fixiert ist. Das untere Ende des zumindest einen Stützelementes ist beispielsweise kraftschlüssig, z. B. mit einer oder mehreren Verankerungen (z. B. Gründungspfählen) der bestehenden Gründung fixiert, indem es mit diesen verbunden (z. B. verschraubt und/oder vergroutet) ist.

[0011] Das Element des Offshore-Bauwerks ist beispielsweise ein Pfahlelement, das zumindest eine vertikale Verbindung zu einer Nutzstruktur bzw. Topside des Offshore-Bauwerks aufweist. Ferner ist das Element des Offshore-Bauwerks beispielsweise ein Befestigungspunkt des Offshore-Bauwerks, vorzugsweise ein Befestigungspunkt an einer Unterseite (d.h. insbesondere eine zum Meeresboden ausgerichtete Seite) des Offshore-Bauwerks.

[0012] Ein Offshore-Bauwerk ist beispielsweise eine Offshore installierte Windenergieanlage. Ferner ist ein Offshore-Bauwerk beispielsweise eine Umspannanlage,

oder eine Bohr- oder Förderplattform. Ein Offshore-Bauwerk ist beispielsweise eine im Meeresboden gegründete Struktur, die eine Topside aufweist oder umfasst

[0013] Eine Topside eines Offshore-Bauwerks bezeichnet im Sinne der Erfindung insbesondere denjenigen Teil eines Offshore Bauwerks, der oberhalb des Meeresspiegels angeordnet ist und funktionale Elemente des Offshore-Bauwerks umfasst. Im Falle einer Windenergieanlage als Offshore-Bauwerks kann dies beispielsweise die Gondel umfassend eine Turbine und Rotorblätter sein, wobei die Gondel beispielsweise über einen Turm mittels der bestehenden Gründung im Meeresboden gegründet ist. Topsides des Offshore-Bauwerks können ferner beispielsweise Behausungen von elektrischen Anlagen, Umspannwerken, Öl- und/oder Gas-Förder- und Verarbeitungsanlagen, Mess- und Funkstationen, Wohnplattformen, Verladestationen, Flares oder dergleichen sein, um nur einige nicht-limitierende Beispiele zu nennen.

[0014] Das zumindest eine Stützelement ist beispielsweise ein Rohr. Das untere Ende des Stützelementes ist fixiert, so dass eine Kraft abgeleitet bzw. umgeleitet werden kann. Beispielsweise ist das untere Ende des Stützelementes derart fixiert, dass die Kraft in den Meeresboden abgeleitet bzw. umgeleitet wird.

[0015] Das zumindest eine Kragelement ist beispielsweise ein horizontaler Träger. Das zumindest eine Kragelement ist idealerweise mit allen bestehenden Elementen (z. B. Pfahlelementen), die das Offshore-Bauwerk tragen, kraftschlüssig verbunden.

[0016] Die gegenständliche Gründungsverstärkung erlaubt es, dass sich erhöhende Lasten des Offshore-Bauwerks im laufenden Betrieb von der bestehenden Gründung getragen werden können. Dies wird erfindungsgemäß insbesondere dadurch ermöglicht, dass Verankerungen (z. B. ein oder mehrere Gründungspfähle) von bestehenden Gründungen sogenannten Anwachseffekten unterliegen, die sich die vorliegende Erfindung zu Nutze macht. Hierbei handelt es sich um eine Erhöhung des Widerstands der Verankerung (z. B. Gründungspfahl) der bestehenden Gründung im Meeresboden, die sich über die Zeit z. B. durch Umlagerungen und Setzungseffekte und dem Abbau von Porenwasserdrücken ergeben. Diese Anwachseffekte können eine Steigerung der maximalen Last der Verankerungen der bestehenden Gründungen von 20 % bis 60 % und mehr realisieren. Dies eröffnet die Möglichkeit, nachträglich die Stabilität von Offshore-Gründungen für Lasten, die auf diese Offshore-Gründungen wirken, mittels der gegenständlichen Gründungsverstärkung signifikant zu steigern, ohne das die bestehende Verankerung (z. B. ein oder mehrere Gründungspfähle) erneuert werden müssen.

[0017] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes greift die bestehende Gründung mit zumindest einem zweiten im Meeresboden verankerbaren Verankerungsabschnitt von einer Verankerung in den Meeresboden ein.

[0018] Die bestehende Gründung umfasst beispielsweise eine oder mehrere Verankerungen, z. B. Gründungspfähle, die im Meeresboden verankert sind. Die eine oder mehreren Verankerungen (z. B. Gründungspfähle) sind beispielsweise derart im Meeresboden verankert, dass der zweite Verankerungsabschnitt, der von der Verankerung der bestehenden Gründung umfasst ist, in den Meeresboden eingreift. Dies kann beispielsweise ermöglicht werden, in dem die eine oder mehreren Verankerungen zumindest teilweise in den Meeresboden einviert werden, so dass der jeweilige zweite Verankerungsabschnitt der einen oder mehreren Verankerungen in den Meeresboden eingreift.

[0019] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes ist die bestehende Gründung eine Jacket-Gründung.

[0020] Bestimmte Offshore-Bauwerke, insbesondere Windenergieanlagen, werden regelmäßig mit einer Jacket-Gründung im Meeresboden befestigt.

[0021] Eine derartige Jacket-Gründung weist beispielsweise eine viereckige Grundfläche auf, die mit einer pyramidenförmigen Fachwerkkonstruktionen aus Gitterstrukturen (z. B. Stahlrohre) miteinander verbunden sind, wobei sich die pyramidenförmige Konstruktion vertikal nach oben erstreckt. Ein oberes Ende der Gitterstruktur ist beispielsweise zur Aufnahme des Elementes (z. B. Pfahlelement) von dem Offshore-Bauwerk ausgebildet. Das untere Ende der Jacket-Gründung selbst ist beispielsweise mittels zumindest einer Verankerung (z. B. Gründungspfahl) im Meeresboden verankert.

[0022] Die bestehende Jacket-Gründung ist beispielsweise mit einer Pre-Pile Verankerung im Meeresboden verankert, wobei ein oder mehrere Verankerungselemente bzw. Verankerungen (z. B. Pfahlelemente) der Jacket-Gründung im Meeresboden verankert sind, so dass die Jacket-Gründung im Meeresboden verankerbar ist. Dies ist beispielsweise realisiert, in dem die Gitterstruktur(en) der Jacket-Gründung, z. B. mittels eines VergROUTENS, in der bzw. den Verankerung(en) fixiert ist.

[0023] Alternativ ist die bestehende Jacket-Gründung beispielsweise eine Post-Pile Verankerung, wobei bei der Post-Pile Verankerung das Anordnen der gegenständlichen Gründungsverstärkung mitunter einfacher ist als bei einer Pre-Pile Verankerung. Bei Post-Pile Verankerungen einer Jacket-Gründung wird das untere Ende des zumindest einen Stützelementes der Gründungsverstärkung in zumindest ein freies oberes Ende von zumindest einer von den jeweiligen Post-Pile Verankerungen umfassten Gründungspfählen angeordnet (z. B. eingesteckt), und insbesondere anschließend kraftschlüssig mit der jeweiligen Post-Pile Verankerung verbunden (z. B. fixiert), z. B. mittels eines VergROUTENS.

[0024] Es wird eine Steifigkeitserhöhung durch eine Vergrößerung des "Jacket-Headprints" und eine Entlastung der Gitterstruktur(en) der bestehenden Jacket-Gründung ermöglicht.

[0025] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes sind das Stützelement und das Kragelement

kraftschlüssig miteinander verbindbar.

[0026] Das obere Ende des zumindest einen Stützelementes und ein Ende des zumindest einen Kragementes sind beispielsweise fest miteinander verbindbar (z. B. verschraub- oder verschweißbar). Eine Längserstreckungsrichtung des zumindest einen Stützelementes und eine Längserstreckungsrichtung des zumindest einen Kragementes weisen beispielsweise vorliegend einen Winkel von etwa 90° auf. Derart ist die Längserstreckungsrichtung des zumindest einen Stützelementes im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand im Wesentlichen vertikal verlaufend, und die Längserstreckungsrichtung des zumindest einen Kragementes im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand zumindest teilweise horizontal verlaufend.

[0027] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes ist das Stützelement kraftschlüssig mit einem Gründungspfahl der bestehenden Gründung verbindbar.

[0028] Der Gründungspfahl ist beispielsweise die Verankerung, die den zweiten Verankerungsabschnitt der bestehenden Gründung aufweist. Die bestehende Gründung weist beispielsweise mehr als einen derartigen Gründungspfahl auf, z. B. zwei, drei, vier, oder mehr solcher Gründungspfähle. Ein derartiger Gründungspfahl weist beispielsweise zumindest eine Aufnahme zur Aufnahme des unteren Endes des zumindest einen Stützelementes auf. Um das zumindest eine Stützelement in dieser Aufnahme zu fixieren, kann das untere Ende des zumindest einen Stützelementes beispielsweise in die Aufnahme eingreifen (z. B. eingesteckt sein), und anschließend vergROUTet werden. Die Aufnahme ist entsprechend beispielsweise hohlzylindrisch ausgebildet, so dass das untere Ende des zumindest einen Stützelementes in diese hohlzylindrische Aufnahme eingreifen kann.

[0029] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes greift das Stützelement kraftschlüssig mit seinem unteren Ende in den Meeresboden ein.

[0030] Alternativ zu der Fixierung des unteren Endes des zumindest einen Stützelementes in einer Aufnahme, die z. B. von einer Verankerung (z. B. Gründungspfahl) der bestehenden Gründung bereitgestellt ist, ist das untere Ende des zumindest einen Stützelementes beispielsweise (direkt) im Meeresboden fixierbar. Eine kraftschlüssige Fixierung im Meeresboden kann beispielsweise über ein VergROUTen des unteren Endes des zumindest einen Stützelementes (z. B. ein Abschnitt des zumindest einen Stützelementes) erzielt werden. Ferner kann eine kraftschlüssige Fixierung im Meeresboden beispielsweise mittels eines Einvibrierens zumindest eines Teils des unteren Endes des zumindest einen Stützelementes in den Meeresboden hinein realisiert sein.

[0031] Das zumindest eine Stützelement ist beispielsweise verdreht gegenüber einem oder mehreren Verankerungsabschnitten bzw. Verankerungen (z. B. ein oder mehrere Gründungspfähle) der bestehenden Gründung, so dass das untere Ende des zumindest eine Stützele-

mentes unmittelbar im Meeresboden verankert ist, und dennoch das zumindest eine Stützelement an sich im Wesentlichen vertikal ausgerichtet ist.

[0032] Dieses beschriebene Verdrehen des zumindest einen Stützelementes ist insbesondere bei einer bestehenden Jacket-Gründung, die als Pre-Pile Verankerung ausgebildet ist, bevorzugt, da dies eine erleichterte Montage der gegenständlichen Gründungsverstärkung auch bei einer derartigen Pre-Pile Verankerung der bestehenden Gründung ermöglicht.

[0033] Das untere Ende des zumindest einen Stützelementes ist beispielsweise im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand im Wesentlichen mittig zwischen zwei Verankerungen (z. B. Gründungspfählen) der bestehenden Jacket-Gründung (z. B. Pre-Pile Verankerungen) angeordnet.

[0034] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes ist das Stützelement an einen Auftriebskörper kraftschlüssig angeschlossen.

[0035] Ein derartiger Auftriebskörper im Sinne des vorliegenden Gegenstands bewirkt, dass bei der gegenständlichen Gründung kurz- und langfristig extreme Schiefstellungen dadurch vermeidbar sind bzw. ausgeglichen werden können, dass der eine Rückstellkraft, die der Schiefstellung entgegenwirkt, verursacht. Insbesondere kann ein derartiger Auftriebskörper eine im Wesentlichen konische oder gewölbte Geometrie aufweisen.

[0036] Ein derartiger Auftriebskörper kann beispielsweise zusätzlich zu einer Gründung eingesetzt werden, und die zum Halten des mit der Gründung gegründeten Offshore-Bauwerks unterstützen.

[0037] Durch den von dem (z. B. zumindest einen) Auftriebskörper verursachten Auftrieb kann sich eine geringere Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks ergeben, wodurch eine Limitierung der Eigenfrequenz erfolgen kann. Dies ist insbesondere bedingt durch eine halb-schwimmende Gründung des Offshore-Bauwerks, die zumindest einen Auftriebskörper umfasst.

[0038] In einer weiteren gegenständlichen Ausgestaltung nach allen Aspekten ist der zumindest eine Auftriebskörper unterhalb der Wasseroberfläche und/oder zumindest das Element des Offshore-Bauwerks in einer horizontalen Ebene umrundend angeordnet.

[0039] Alternativ kann im aufrechten Zustand des Elements von dem Offshore-Bauwerk der zumindest eine Auftriebskörper auf der Wasserlinie aufliegend angeordnet sein. Ferner kann der zumindest eine Auftriebskörper beispielsweise an zumindest einem sich von der äußeren Wandung des Elements von dem Offshore-Bauwerk erstreckenden Arm angeordnet sein.

[0040] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes bilden das Stützelement und das Kragement zusammen eine Outrigger-Konstruktion aus, die im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand außenliegend an dieser angeordnet ist, so dass die bestehende Gründung versteift ist, dabei ist wesentlich, dass die Outrigger-Konstruktion in zumindest einer Verbindung, bevorzugtan zwei Verbindungen, z. B. zwischen

dem vertikal verlaufenden und dem horizontal verlaufenden Element und bestehender Struktur und horizontalem Element biegesteif ausgebildet ist.

[0041] Es wird eine Verstärkung beispielsweise der Elemente (z. B. pyramidenförmige Gitterstrukturen) der Jacket-Gründung durch diese Outrigger-Konstruktion ermöglicht. Die Formulierung "im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand" im Sinne der vorliegenden Erfindung stellt insbesondere denjenigen Zustand dar, in dem die erfindungsgemäße Gründungsverstärkung vollständig an der bestehenden Gründung montiert ist, also das zumindest eine Kragement mit zumindest einem (Stütz-) Element des Offshore-Bauwerks verbunden und das untere Ende des zumindest einen Stützelementes fixiert ist.

[0042] Dies erlaubt ferner eine kostengünstige Nachrüstung der gegenständlichen Gründungsverstärkung an einer bestehenden Gründung, da der Arbeitsaufwand zur Installation durch die einfache außenliegende Anordnung minimal ist.

[0043] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes sind zumindest zwei Stützelemente und zumindest zwei Kragemente an der bestehenden Gründung anordenbar.

[0044] Im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand sind folglich zumindest zwei, vorzugsweise drei, vier oder fünf Stützelemente außenliegend an der bestehenden Gründung anordenbar. Entsprechend sind beispielsweise im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand zumindest zwei, insbesondere drei, vier, oder fünf Kragemente jeweils mit dem Element des Offshore-Bauwerks, und dem jeweiligen Stützelement verbunden. Sämtliche Stützelemente und Kragemente verstärken dann im die bestehende Gründung verstärkenden Zustand diese bestehende Gründung.

[0045] Ferner sind die zumindest zwei Stützelemente und die zumindest zwei Kragemente beispielsweise modularartig an die bestehende Jacket-Gründung anordenbar, so dass die bestehende Gründung sukzessive durch ein oder mehrere weitere Stützelemente und Kragemente erfindungsgemäß erweitert werden kann, so dass schrittweise die bestehende Gründung weiter verstärkbar ist. Ferner sind für den Fall das zumindest zwei Stützelemente und zumindest zwei Kragemente an der bestehenden Gründung angeordnet sind, diese beispielsweise gleichverteilt außenliegend an der bestehenden Gründung angeordnet.

[0046] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes ist das zumindest eine Stützelement mit einem Füllmaterial zur Erhöhung des Eigengewichts verfüllbar.

[0047] Zur Aufnahme des Füllmaterials ist das zumindest eine Stützelement beispielsweise zumindest teilweise hohl bzw. hohlzylindrisch ausgebildet. Z. B. ist das zumindest eine Stützelement ein (Hohl-) Rohr.

[0048] Das Füllmaterial ist beispielsweise eine Zementsuspension. Das Füllmaterial wird beispielsweise in das zumindest eine Stützelement eingepresst oder ver-

gossen

[0049] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes umfasst das Element des Offshore-Bauwerks eine Flanschverbindung, wobei das Kragement kraftschlüssig mit der Flanschverbindung verbindbar ist.

[0050] Das zumindest eine Kragement ist beispielsweise an der Flanschverbindung anordenbar (z. B. anschraubbar).

[0051] Für den Fall, dass das Element des Offshore-Bauwerks ein Pfahlelement ist, ist dieses beispielsweise an der Flanschverbindung angeordnet. Derart ist das Kragement beispielsweise zusätzlich an der Flanschverbindung anordenbar (z. B. anschraubbar). Ferner ist das Kragement der Gründungsverstärkung im Sinne des vorliegenden Gegenstands beispielsweise ebenfalls mit dem von dem ersten Verankerungsabschnitt der bestehenden Gründung gehaltenen Element des Offshore-Bauwerks kraftschlüssig verbunden. Alternativ umfasst die gegenständliche Gründungsverstärkung andere Ausgestaltungen der Verbindungen, die z. B. aber nicht ausschließlich hergestellt sind, durch verschweißen, verschrauben, verkleben, vernieten, verklemmen (auch als swaging bezeichnet), und/oder durch Reibverbindungen hergestellt sind.

[0052] Um gegenüber starken Auslenkungen tolerant zu sein, und sich ferner durch eine große Verformbarkeit extremen Lasten entziehen zu können, kann die Gründungsverstärkung beispielsweise eine große Bewegung des Offshore-Bauwerks ermöglichen. Entsprechend kann das zumindest eine Kragement beispielsweise derart mit dem Element des Offshore-Bauwerks verbunden sein, dass dieses in eine im Wesentlichen vertikale Richtung entlang des Elements (z. B. ein Pfahlelement (z. B. Turm im Falle einer Offshore-Windenergieanlage)) des Offshore-Bauwerks in Längserstreckungsrichtung des Elementes von dem Offshore-Bauwerk gleiten kann. Dies ermöglicht es beispielsweise, dass mitunter auftretende Neig- und/oder Wankbewegungen des Offshore-Bauwerks (z. B. Neig- und/oder Wankbewegungen des Turm einer Offshore-Windenergieanlage) keine derart starken Spannungen in dem zumindest einen Kragement und/oder dem zumindest einen Stützelement der Gründungsverstärkung auslösen, dass es zu einem Materialversagen von diesen kommen kann.

[0053] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes ist das zumindest eine Stützelement teleskopartig ausgebildet, so dass es in seiner Länge veränderbar ist und es in einem die bestehende Gründung verstärkenden Zustand unter Vorspannung steht.

[0054] Dies erlaubt beispielsweise eine vereinfachte Montage des zumindest einen Stützelementes, indem es z. B. zunächst verkürzt mit seinem unteren Ende fixierbar ist, und anschließend mittels der teleskopartigen Ausgestaltung in seiner Länge verlängert wird, so dass das obere Ende, welches beispielsweise mit dem zumindest einen Kragement z. B. verbunden ist, an die vorgesehene Position bringbar ist. Dann ist beispielsweise das freie Ende des zumindest einen Kragementes an

dem Element des Offshore-Bauwerks fixierbar bzw. kraftschlüssig mit diesem verbindbar.

[0055] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes sind die jeweiligen oberen Enden der zumindest zwei Stützelemente mittels zumindest eines Tragelementes miteinander verbindbar.

[0056] Dies erhöht ferner die Verstärkung, die durch die gegenständliche Gründungsverstärkung realisierbar, da die abzuleitende bzw. umzuleitende Kraft ferner zwischen den zumindest zwei Stützelementen bzw. Kragelamenten zumindest teilweise übertragbar ist.

[0057] In einer beispielhaften Ausgestaltung des Gegenstandes bewirkt die Gründungsverstärkung in einem die bestehende Gründung verstärkenden Zustand eine Erhöhung der Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks, so dass eine durch zusätzliche Lasten verursachte Verringerung der Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks ausgleichbar ist.

[0058] Es wird eine Erhöhung der (Struktur-) Eigenfrequenz, also die Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks, im Vergleich zur Eigenfrequenz der durch zusätzliche Lasten veränderten Eigenfrequenz der Struktur, zurück zur ursprünglichen Frequenz ermöglicht, wobei diese "neue" Eigenfrequenz der Struktur idealerweise nicht mehr als 0,2 Hz unterhalb der ursprünglichen Eigenfrequenz liegt.

[0059] In einer beispielhaften Ausgestaltung nach allen Aspekten ist das Offshore-Bauwerk eine Windenergieanlage, die eine Stromerzeugungsanlage, z. B. eine Turbine und ein rotierendes Bauelement (z. B. Rotorblatt) umfasst.

[0060] Die gegenständliche Aufgabe wird ferner durch eine Gründung gelöst, umfassend eine gegenständliche Gründungsverstärkung.

[0061] Die gegenständliche Aufgabe wird ferner durch ein Offshore-Bauwerk gelöst, umfassend eine gegenständliche Gründungsverstärkung.

[0062] Die zuvor in dieser Beschreibung beschriebenen beispielhaften Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sollen auch in allen Kombinationen miteinander offenbart verstanden werden. Insbesondere sollen beispielhafte Ausgestaltungen in Bezug auf die unterschiedlichen Aspekten offenbart verstanden werden.

[0063] Insbesondere sollen durch die vorherige oder folgende Beschreibung von Verfahrensschritten gemäß bevorzugter Ausführungsformen eines Verfahrens auch entsprechende Mittel zur Durchführung der Verfahrensschritte durch bevorzugte Ausführungsformen einer Vorrichtung offenbart sein. Ebenfalls soll durch die Offenbarung von Mitteln einer Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrensschrittes auch der entsprechende Verfahrensschritt offenbart sein.

[0064] Weitere vorteilhafte beispielhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der folgenden detaillierten Beschreibung einiger beispielhafter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, insbesondere in Verbindung mit den Figuren, zu entnehmen. Die Figuren sollen jedoch nur dem Zwecke der Verdeutlichung, nicht aber zur

Bestimmung des Schutzbereiches der Erfindung dienen. Die Figuren sind nicht maßstabsgetreu und sollen lediglich das allgemeine Konzept der vorliegenden Erfindung beispielhaft widerspiegeln. Insbesondere sollen Merkmale, die in den Figuren enthalten sind, keineswegs als notwendiger Bestandteil der vorliegenden Erfindung erachtet werden.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0065] In der Zeichnung zeigt

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Jacket-Gründung für ein Offshore-Bauwerk umfassend eine gegenständliche Gründungsverstärkung;
- Fig. 2 die schematische Jacket-Gründung für ein Offshore-Bauwerk nach Fig. 1 dargestellt im vollständig die Jacket-Gründung verstärkenden Zustand;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Offshore-Bauwerks umfassend eine zweite und eine dritte Variante einer gegenständlichen Gründungsverstärkung; und
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Offshore-Bauwerks umfassend eine vierte Variante einer gegenständlichen Gründungsverstärkung.

Detaillierte Beschreibung einiger beispielhafter Ausführungsformen

[0066] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Jacket-Gründung 2 für ein Offshore-Bauwerk 3 umfassend eine gegenständliche Gründungsverstärkung 1. In der Fig. 1 ist eine erste Variante einer gegenständlichen Gründungsverstärkung 1 dargestellt.

[0067] Das Offshore-Bauwerk 3 ist beispielsweise eine Windenergieanlage (in Fig. 1 nicht dargestellt), wobei das Element 7 des Offshore-Bauwerks 3 beispielsweise der Turm der Windenergieanlage ist. Das Offshore-Bauwerk 3 ist vorliegend mit einer Jacket-Gründung 2 als bestehende Gründung gegründet. Die Jacket-Gründung 2 weist einen Verankerungsabschnitt 6 auf, der vorliegend eine Flanschverbindung ist. Es ist zu erkennen, dass das Element 7 des Offshore-Bauwerks 3 vorliegend mittig in der Flanschverbindung gehalten ist. Das Element 7 des Offshore-Bauwerks 3 ist beispielsweise in dem Verankerungsabschnitt 6 der bestehenden Jacket-Gründung 2 gehalten, in dem das Element 7 des Offshore-Bauwerks 3 in der bestehenden Jacket-Gründung 2 vergROUTet ist.

[0068] Die Jacket-Gründung 2 weist vorliegend vier Verankerungen 8 auf, die an Eckpunkten einer rechteckigen Grundform der Jacket-Gründung 2 angeordnet sind. Jede dieser vier Verankerungen 8 ist vorliegend als Gründungspfahl 8 ausgebildet. Jeder dieser Gründungspfähle 8 weist an seinem unteren Ende einen Verankerungsabschnitt 8a auf, mittels dem der jeweilige Grün-

dungspfahl 8 in den Meeresboden eingreifen kann, so dass dieser dann verankert ist.

[0069] In Fig. 1 sind vorliegend zwei gegenständliche Gründungsverstärkungen 1 bereits an der bestehenden Jacket-Gründung 2 angeordnet, zwei weitere gegenständliche Gründungsverstärkungen 1 hingegen noch nicht. Diese letzteren sind in Fig. 1 links von der bestehenden Gründung 2, leicht nach oben versetzt und von der bestehenden Gründung 2 beabstandet dargestellt.

[0070] Die zwei gegenständlichen Gründungsverstärkungen 1, die gemäß Fig. 1 noch nicht an der bestehenden Gründung 2 angeordnet sind, umfassen vorliegend ein Tragelement 9, das die oberen Enden 4b der jeweiligen Stützelemente 4 bzw. die jeweiligen Enden der Kragenelemente 5, die mit den jeweiligen oberen Enden 4b der jeweiligen Stützelemente 4 (fest) verbunden sind, miteinander verbindet. Ein weiteres derartiges Tragelement 9 ist bereits an dem oberen Ende 4b des links dargestellten Stützelementes, das gemäß Fig. 1 noch nicht an der bestehenden Jacket-Gründung angeordnet ist, angeordnet.

[0071] Fig. 2 zeigt die schematische Jacket-Gründung 2 für ein Offshore-Bauwerk nach Fig. 1 im vollständig die Jacket-Gründung 2 verstärkenden Zustand. Aus Gründen der Übersicht ist in Fig. 2 nur eins der vier dargestellten gegenständlichen Gründungsverstärkungen 1 mit detaillierten Bezugszeichen versehen (in Fig. 2 die vom Betrachter aus rechts liegend dargestellte Gründungsverstärkung 1).

[0072] Im Unterschied zu Fig. 1 sind die zwei gegenständlichen Gründungsverstärkungen 1 nunmehr ebenfalls in die bestehende Jacket-Gründung 2 verstärkenden Zustand dargestellt.

[0073] Es ist zu erkennen, dass die jeweiligen unteren Enden 4a der Stützelemente 4 jeweils in einer der vier von den Gründungspfählen 8 umfassten Aufnahmen 8b fixiert sind. Hierzu wurde vorliegend das jeweilige untere Ende 4a der Stützelemente 4 in die hohlzylindrisch geformte Aufnahme 8b des jeweiligen Gründungspfahls 8 eingesteckt, und anschließend in dieser vergROUTet.

[0074] Insgesamt ist die bestehende Jacket-Gründung 2 der Fig. 2 mit vier gegenständlichen Gründungsverstärkungen 1 verstärkt, wobei deren jeweilige Kragenelemente 5 jeweils mit dem Element 7 eines Offshore-Bauwerks 3 (in Fig. 2 nicht vollständig dargestellt) kraftschlüssig verbunden sind. Ferner sind die jeweiligen oberen Enden 4b der Stützelemente 4 jeweils mit den oberen Enden 4b ihrer jeweiligen benachbarten Stützelemente 4 mit einem Tragelement 9 verbunden. Ein oberes Ende 4b eines Stützelementes 4 weist folglich eine Verbindung zu zwei Tragelementen 9 auf.

[0075] Ferner ist in Fig. 2 schematisch der Meeresboden M dargestellt, so dass verdeutlicht ist, dass ein Verankerungsabschnitt 8a eines jeweiligen Gründungspfahls 8 der bestehenden Gründung 2 mit diesem Verankerungsabschnitt 8a in den Meeresboden M eingreift.

[0076] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Offshore-Bauwerks 3 umfassend eine zweite und

eine dritte Variante einer gegenständlichen Gründungsverstärkung 1.

[0077] Das Offshore-Bauwerk 3 in Fig. 3 ist vorliegend eine Plattform, z. B. eine Arbeitsplattform einer Förderanlage. Diese Plattform ist mit der bestehenden Gründung 2 gegründet. Vorliegend ist zu erkennen, dass die bestehende Gründung 2 eine Jacket-Gründung 2 ist, wobei sich deren Gitterstrukturen bis oberhalb eines Meeresspiegels erstrecken, so dass die Plattform nicht im Meer liegt.

[0078] Die zweite Variante einer gegenständlichen Gründungsverstärkung 1 ist in Fig. 3 auf der linken Seite dargestellt. Die dritte Variante einer gegenständlichen Gründungsverstärkung 1 ist in Fig. 3 auf der rechten Seite dargestellt.

[0079] Die zweite Variante der Gründungsverstärkung umfasst zumindest ein im Wesentlichen vertikal verlaufendes Stützelement 4 mit einem oberen Ende 4b und einem unteren Ende 4a, wobei das untere Ende 4a vorliegend in der Aufnahme 8b des Gründungspfahls 8 fixiert ist. Ein weiteres Stützelement gleicher Art ist in Fig. 3 aus perspektivischen Gründen nicht zu erkennen, da es von dem "vorderen" Stützelement verdeckt ist. Das Stützelement 4 ist in seiner Länge vordefiniert, d.h. insbesondere nicht verlänger- oder verkürzbar.

[0080] Das Stützelement 4 ist ferner mit seinem oberen Ende 4b mit einem Kragenelement 5 verbunden. Das obere Ende 4b des Stützelementes 4 der zweiten Variante erstreckt sich zu einem von der bestehenden Gründung 2 gehaltenen Element 7, vorliegend die Plattform des Offshore-Bauwerks 3. Es ist zu erkennen, dass das Kragenelement 5 sich zum Teil in horizontaler Richtung, und zum anderen Teil auch in vertikale Richtung erstreckt. Im Sinne des vorliegenden Gegenstands kann ein sich zumindest teilweise in horizontale Richtung erstreckendes Kragenelement 5 der gegenständlichen Gründungsverstärkung sich entsprechend auch zumindest teilweise in vertikale Richtung erstrecken. Im Gegensatz hierzu weist die Längserstreckungsrichtung des Stützelementes 4 im Sinne der Erfindung nur eine geringe Abweichung von maximal 10 bis 15 Grad von einer vollständig vertikal angeordneten Achse auf. Andere Ausgestaltungen umfassen eine oder mehrere geneigte Outrigger-Elemente, die entweder von der bestehenden Struktur auf- oder absteigen und mit dem Element verbunden sind, das weitestgehend vertikal nach unten führt. Dabei sind auch solche Elemente umfasst, die gekrümmt sind oder die von der Vertikalen um mehr als 15° Grad abweichen.

[0081] Das Kragenelement 5 ist vorliegend an zwei Verankerungsabschnitten mit dem Element 7 (Plattform) mit dem Offshore-Bauwerk 3 fest verbunden. Das Stützelement 4 und das Kragenelement 5 sind vorliegend derart an der bestehenden Gründung 2 angeordnet, dass eine auf das Element 7 (Plattform des Offshore-Bauwerks 3) wirkende Kraft zumindest teilweise über das Kragenelement 5 auf das Stützelement 4 und/oder direkt auf das Stützelement übertragbar ist, so dass eine Entlastung der bestehenden Gründung 2 mittels der gegenständlichen

Gründungsverstärkung 1 erzielbar ist.

[0082] Im Unterschied zu dem Stützelement der zweiten Variante ist das Stützelement 4 der dritten Variante, dargestellt auf der rechten Seite der Fig. 3, teleskopartig ausgebildet ist, so dass es in seiner Länge veränderbar ist. Dies erleichtert insbesondere die Montage des Stützelementes 4, da beispielsweise ein Aufrichten des Stützelementes, so dass seine Längserstreckungsrichtung im Wesentlichen vertikal verlaufend angeordnet ist, mitunter schwierig sein kann, da ein nicht-teleskopartig ausgebildetes Stützelement 4 der zweiten Variante mitunter zwischen der Aufnahme 8b des Gründungspfahls 8 und dem Element 7 (vorliegend die Plattform) des Offshore-Bauwerks 3 verklemmt werden kann, bevor es in dem die bestehende Jacket-Gründung 2 verstärkenden Zustand angeordnet ist. Dies wird mittels des teleskopartig ausgebildeten Stützelementes 4 vermieden. Wenn das teleskopartig ausgebildete Stützelement 4 der dritten Variante in dem die bestehende Jacket-Gründung 2 verstärkenden Zustand angeordnet ist, steht es derart unter Vorspannung, dass eine Entlastung der bestehenden Gründung 2 mittels der gegenständlichen Gründungsverstärkung 1 erzielbar ist.

[0083] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Offshore-Bauwerks 3 umfassend eine vierte Variante einer gegenständlichen Gründungsverstärkung 1.

[0084] Das Offshore-Bauwerk 3 in Fig. 4 ist vorliegend eine Plattform, z. B. eine Arbeitsplattform einer Förderanlage. Diese Plattform ist mit der bestehenden Gründung 2 gegründet. Vorliegend ist zu erkennen, dass die bestehende Gründung 2 eine Jacket-Gründung 2 ist, wobei sich deren Gitterstrukturen bis oberhalb eines Meeresspiegels erstrecken, so dass die Plattform nicht im Meer liegt.

[0085] Im Unterschied zu der in Fig. 3 gezeigten zweiten und dritten Variante von gegenständlichen Gründungsverstärkungen 1 weist die in Fig. 4 gezeigte vierte Variante (identisch auf der linken und der rechten Seite in Fig. 4) jeweils Stützelemente 4 auf, die als Zugelemente ausgebildet sind. Die jeweiligen Stützelemente 4 sind mit ihrem jeweiligen oberen Enden 4b an dem Element 7, vorliegend an einem Befestigungspunkt des Offshore-Bauwerks 3 (z. B. auf der Unterseite des Offshore-Bauwerks, vorliegend an der Unterseite der Plattform) fixiert. Ferner sind die jeweiligen Stützelemente 4 mit ihren unteren Enden 4a in Aufnahmen 8b der Gründungspfähle 8 der bestehenden Gründung 2 fixiert, z. B. mittels eines VergROUTENS. Durch die Ausbildung der jeweiligen Stützelemente 4 als Zugelemente verursachen die Stützelemente 4 also jeweils ein Zugkraft, mit der z. B. der Befestigungspunkt des Offshore-Bauwerks 3 und/oder die Aufnahme 8b des jeweiligen Gründungspfahls 8 gezogen werden.

[0086] Die in dieser Spezifikation beschriebenen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung und die diesbezüglich jeweils angeführten optionalen Merkmale und Eigenschaften sollen auch in allen Kombinationen miteinander offenbart verstanden werden. Insbesondere

soll auch die Beschreibung eines von einem Ausführungsbeispiel umfassten Merkmals - sofern nicht explizit gegenteilig erklärt - vorliegend nicht so verstanden werden, dass das Merkmal für die Funktion des Ausführungsbeispiels unerlässlich oder wesentlich ist. Die Abfolge der in dieser Spezifikation geschilderten Verfahrensschritte in den einzelnen Ablaufdiagrammen ist nicht zwingend, alternative Abfolgen der Verfahrensschritte sind denkbar. Die Verfahrensschritte können auf verschiedene Art und Weise implementiert werden, so ist eine Implementierung in Software (durch Programmanweisungen), Hardware oder eine Kombination von beidem zur Implementierung der Verfahrensschritte denkbar.

[0087] In den Patentansprüchen verwendete Begriffe wie "umfassen", "aufweisen", "beinhalten", "enthalten" und dergleichen schließen weitere Elemente oder Schritte nicht aus. Unter die Formulierung "zumindest teilweise" fallen sowohl der Fall "teilweise" als auch der Fall "vollständig". Die Formulierung "und/oder" soll dahingehend verstanden werden, dass sowohl die Alternative als auch die Kombination offenbart sein soll, also "A und/oder B" bedeutet "(A) oder (B) oder (A und B)". Die Verwendung des unbestimmten Artikels schließt eine Mehrzahl nicht aus. Eine einzelne Vorrichtung kann die Funktionen mehrerer in den Patentansprüchen genannten Einheiten bzw. Vorrichtungen ausführen. In den Patentansprüchen angegebene Bezugszeichen sind nicht als Beschränkungen der eingesetzten Mittel und Schritte anzusehen.

Bezugszeichenliste

[0088]

- | | |
|----|--|
| 1 | Gründungsverstärkung |
| 2 | bestehende Gründung |
| 3 | Offshore-Bauwerk |
| 4 | Stützelement |
| 4a | unteres Ende des Stützelementes |
| 4b | oberes Ende des Stützelementes |
| 5 | Kragelement |
| 6 | Verankerungsabschnitt der bestehenden Gründung (z. B. Flanschverbindung) |
| 7 | Element des Offshore-Bauwerks |
| 8 | Verankerung/Gründungspfahl |
| 8a | Verankerungsabschnitt der Verankerung |
| 8b | Aufnahme für Stützelement |
| 9 | Tragelement |
| M | Meeresboden |

Patentansprüche

1. Gründungsverstärkung (1) für ein Offshore-Bauwerk (3), umfassend:

- zumindest ein im Wesentlichen vertikal verlaufendes Stützelement (4) mit einem oberen Ende (4b) und einem unteren Ende (4a), wobei das untere Ende (4a) fixiert ist;
- zumindest ein Kragelement (5), das von dem oberen Ende (4b) des Stützelementes (4) zu einem von einem ersten Verankerungsabschnitt (6) einer bestehenden Gründung (2) gehaltenen Element (7) des Offshore-Bauwerks (3) zumindest teilweise horizontal hinausragt;

wobei das Stützelement (4) und das Kragelement (5) derart an der bestehenden Gründung (2) anordenbar sind, dass eine auf das Element (7) wirkende Kraft zumindest teilweise über das Kragelement (5) auf das Stützelement (4) und/oder auf das Stützelement (4) übertragbar ist, so dass eine Entlastung der bestehenden Gründung (2) erzielbar ist.

2. Gründungsverstärkung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bestehende Gründung (2) mit zumindest einem zweiten im Meeresboden (M) verankerbaren Verankerungsabschnitt (8a) von einer Verankerung (8) in den Meeresboden (M) eingreift.
3. Gründungsverstärkung (1) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bestehende Gründung (2) eine Jacket-Gründung ist.
4. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützelement (4) und das Kragelement (5) kraftschlüssig miteinander verbindbar sind.
5. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützelement (4) kraftschlüssig mit einem Gründungspfahl (8) der bestehenden Gründung (2) verbindbar ist.
6. Gründungsverstärkung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützelement (4) kraftschlüssig mit seinem unteren Ende (4a) in den Meeresboden (M) eingreift.
7. Gründungsverstärkung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützelement (4) an einen Auftriebskörper kraftschlüssig angeschlossen ist.
8. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützelement (4) und das Kragelement (5) zusammen eine Outrigger-Konstruktion ausbilden, die im die bestehende Gründung (2) verstärkenden Zustand außenliegend an dieser angeordnet ist, so dass die bestehende Gründung (2) versteift ist.

9. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Stützelemente (4) und zumindest zwei Kragelemente (5) an der bestehenden Gründung (2) anordenbar sind.

10. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Stützelement (4) mit einem Füllmaterial zur Erhöhung des Eigengewichts verfüllbar ist.

11. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Element (7) des Offshore-Bauwerks (3) eine Flanschverbindung umfasst, wobei das Kragelement (5) kraftschlüssig mit der Flanschverbindung verbindbar ist.

12. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Stützelement (4) teleskopartig ausgebildet ist, so dass es in seiner Länge veränderbar ist und es in einem die bestehende Gründung (2) verstärkenden Zustand unter Vorspannung steht.

13. Gründungsverstärkung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die jeweiligen oberen Enden (4b) der zumindest zwei Stützelemente (4) mittels zumindest eines Tragelementes (9) miteinander verbindbar sind.

14. Gründungsverstärkung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gründungsverstärkung (1) in einem die bestehende Gründung (2) verstärkenden Zustand eine Erhöhung der Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks (3) bewirkt, so dass eine durch zusätzliche Lasten verursachte Verringerung der Eigenfrequenz des Offshore-Bauwerks (3) ausgleichbar ist.

15. Gründung (2), umfassend eine Gründungsverstärkung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

16. Offshore-Bauwerk (3), umfassend eine Gründungsverstärkung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

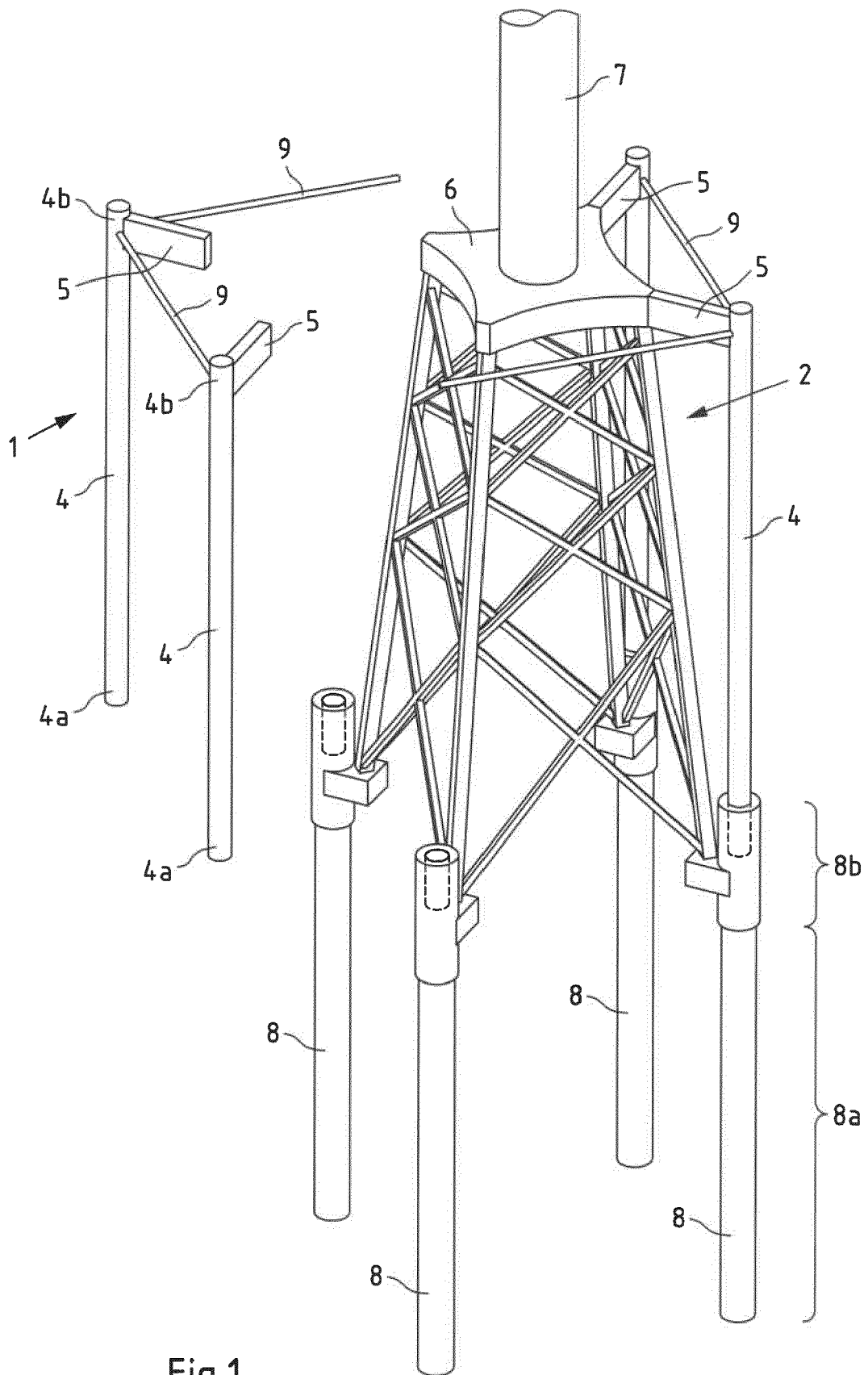
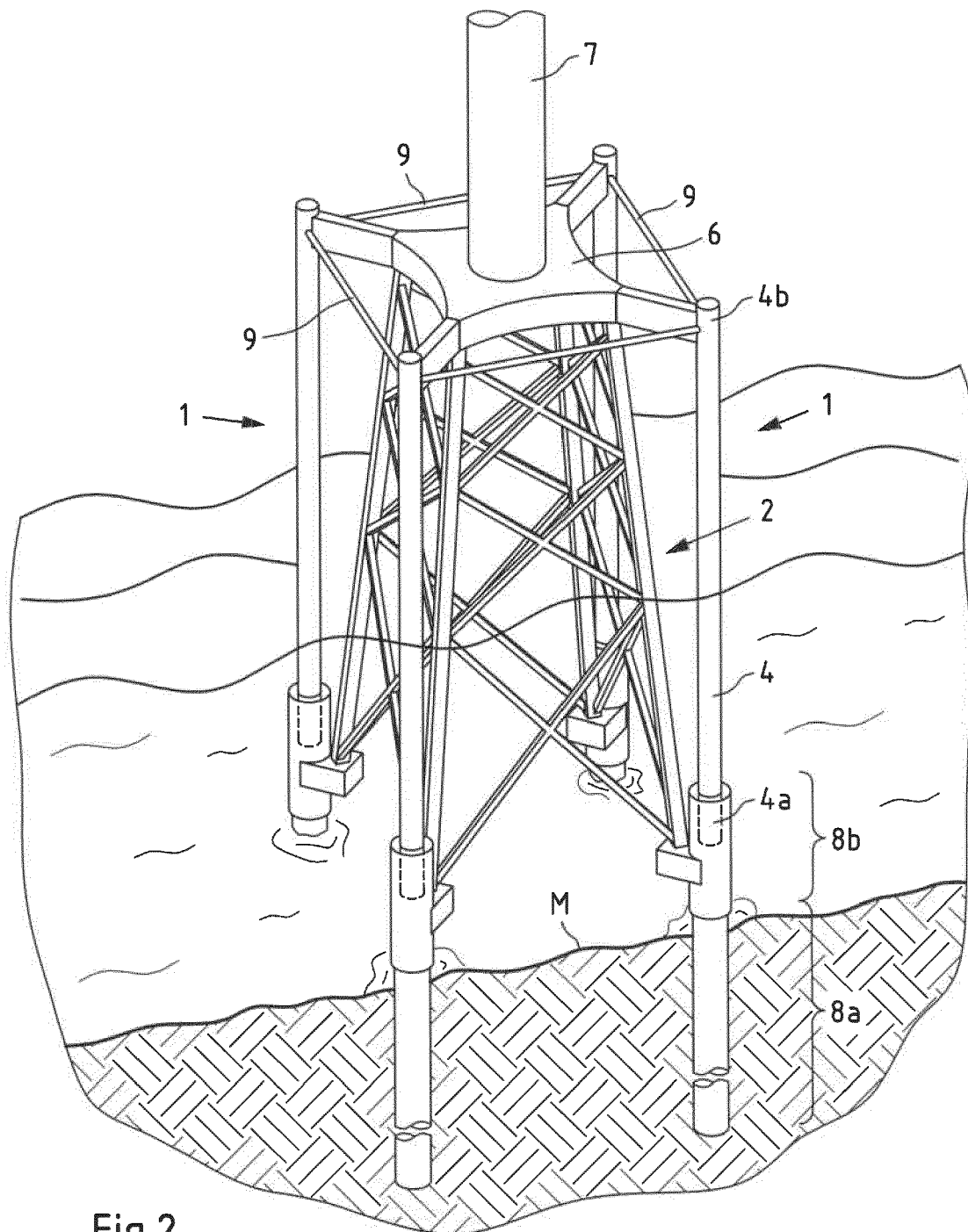


Fig.1



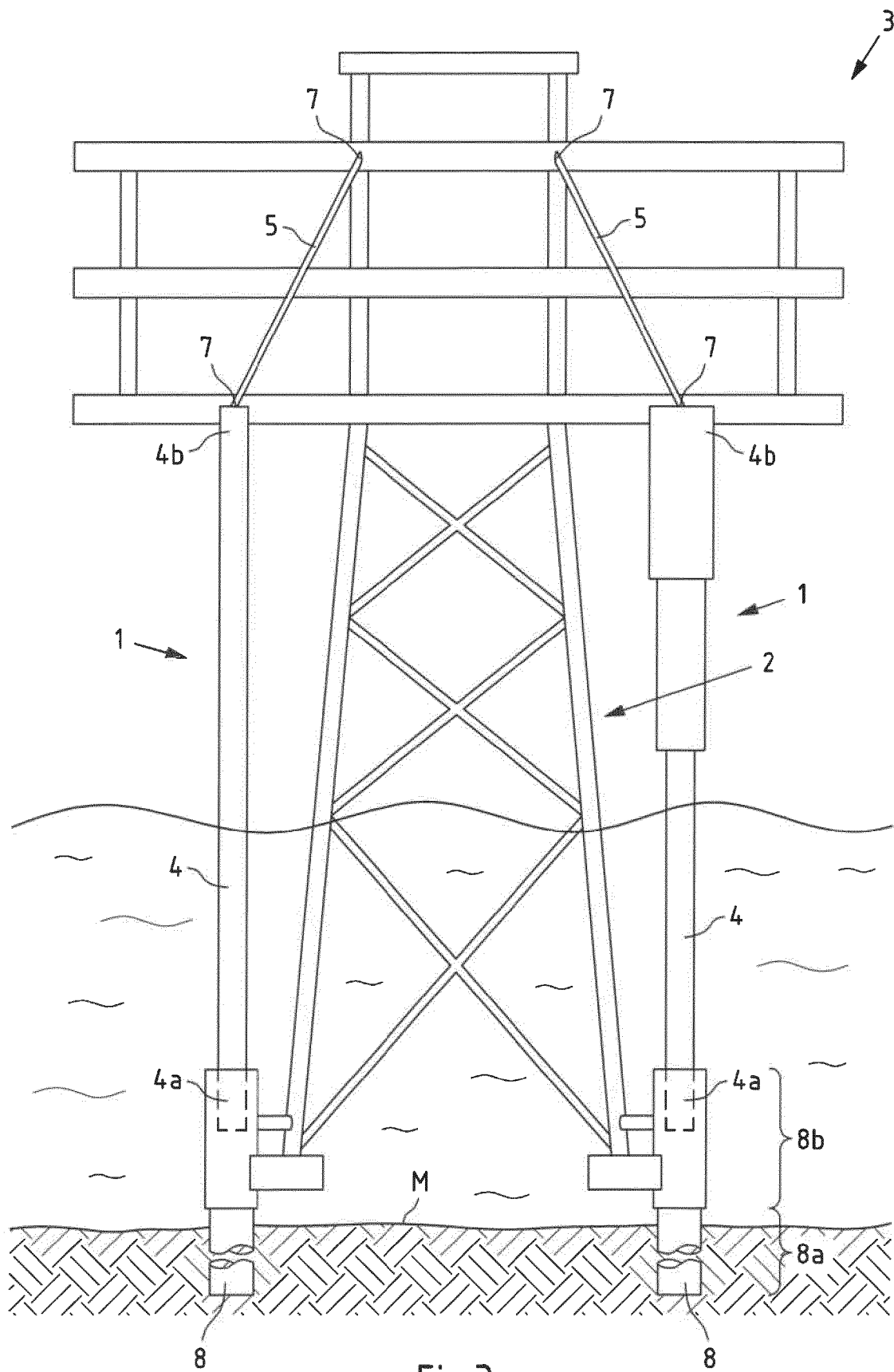


Fig.3

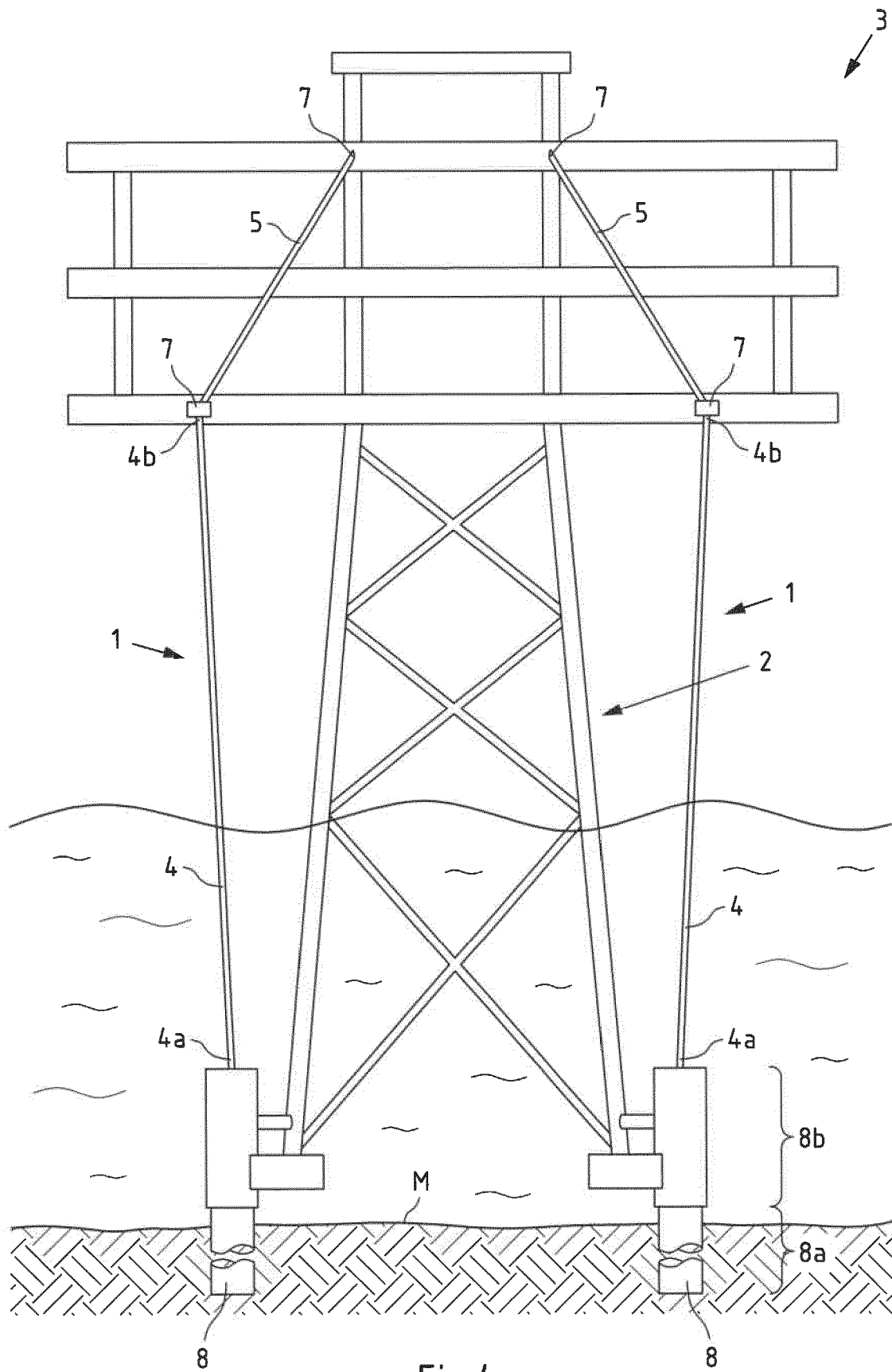


Fig.4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 5504

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 104 395 530 A (WU ZHIRONG) 4. März 2015 (2015-03-04) * Abbildungen 4,5,7 *	1,2,4-16	INV. E02B17/02 E02D27/52
X	US 2017/233971 A1 (BARTMINN DANIEL [DE]) 17. August 2017 (2017-08-17) * Absatz [0068] - Absatz [0072]; Abbildungen 1,2 *	1,4,6,9, 11,13-16	
X	GB 2 481 906 A (MARINE CURRENT TURBINES LTD [GB]) 11. Januar 2012 (2012-01-11) * Seite 11, letzter Absatz * * Seite 16, Zeile 7 - Seite 17, Zeile 15; Abbildung 1 *	1-6,8,9, 11,13-16	
X	NL 1 026 005 C1 (K C I B V [NL]) 27. Oktober 2004 (2004-10-27) * Seite 3, Zeile 17 - Seite 4, Zeile 7; Abbildung 1 *	1,2,4-6, 9,11, 13-16	
X	US 2011/135400 A1 (HALL RUDOLPH A [US]) 9. Juni 2011 (2011-06-09) * Absatz [0022] - Absatz [0023]; Abbildungen 1-4 *	1-11, 13-16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E02B E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. September 2019	Prüfer Zuurveld, Gerben
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 16 5504

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-09-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 104395530 A	04-03-2015	KEINE	
US 2017233971 A1	17-08-2017	DE 102014220782 A1 EP 3207186 A1 US 2017233971 A1 WO 2016059007 A1	14-04-2016 23-08-2017 17-08-2017 21-04-2016
GB 2481906 A	11-01-2012	CN 103119222 A EP 2591175 A1 GB 2481906 A JP 5813109 B2 JP 2013529736 A KR 20130049804 A WO 2012004556 A1	22-05-2013 15-05-2013 11-01-2012 17-11-2015 22-07-2013 14-05-2013 12-01-2012
NL 1026005 C1	27-10-2004	KEINE	
US 2011135400 A1	09-06-2011	CA 2765046 A1 CN 102482860 A DK 2440710 T3 EP 2440710 A1 JP 5422050 B2 JP 2012529584 A KR 20120038963 A US 2011135400 A1 WO 2010144570 A1	16-12-2010 30-05-2012 17-05-2016 18-04-2012 19-02-2014 22-11-2012 24-04-2012 09-06-2011 16-12-2010

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82