(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 036 813 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.11.2009 Patentblatt 2009/46

(51) Int Cl.:
B63B 9/06 *(2006.01)* ***B63B 35/00*** *(2006.01)*
E02B 17/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **07017879.3**

(22) Anmeldetag: **12.09.2007**

(54) **Gründungsstruktur sowie Verfahren zur Installation derselben**

Foundation structure and method for installing the same

Structure de fondation ainsi que son procédé de fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.2009 Patentblatt 2009/12

(73) Patentinhaber: **WeserWind GmbH**
27572 Bremerhaven (DE)

(72) Erfinder:
- **Müller, Klaus**
  48431 Rheine (DE)
- **Kassen, Dirk**
  49124 Georgsmarienhütte (DE)
- **Möller, Jürgen, Dr.**
  27578 Bremerhaven (DE)
- **Surma, René**
  27619 Schiffdorf (DE)

(74) Vertreter: **Möller, Friedrich et al**
Meissner, Bolte & Partner
Anwaltssozietät GbR
Hollerallee 73
28209 Bremen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 101 935
DE-U1- 20 209 000
FR-A- 2 849 877
GB-A- 1 446 611
GB-A- 2 204 904
GB-A- 2 309 246
GB-A- 2 434 341
US-A- 3 859 804
US-A1- 2006 051 164

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).

EP 2 036 813 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Installation einer Gründungsstruktur für eine Offshore-Anlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Gründungsstruktur nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

[0002] Der Transport von Offshore-Strukturen, insbesondere von Gründungsstrukturen und Gründungspfählen, erfolgt üblicherweise mit Hilfe von Schiffen oder Pontons, auf welchen die Offshore-Strukturen ruhen. Am Installationsort werden die Offshore-Strukturen mit Hilfe geeigneter Hubvorrichtungen vom Schiff oder Ponton heruntergenommen und auf den Meeresboden abgesetzt. Die Gründungsstrukturen und die Gründungspfähle, die so genannten Piles, werden getrennt zum Gründungsort transportiert und erst dort installiert. Dazu müssen die Gründungspfähle mittels einer Hubvorrichtung am Gründungsort vom Transportmittel aufgenommen und in die Vertikale geschwenkt werden. Alternativ ist auch möglich, die Gründungspfähle über das Transportmittel abzukippen, wobei das Transportmittel teilweise unter Wasser gedrückt wird. Anschließend werden die Gründungspfähle in Pfahlhülsen, sogenannte Pile Sleeves, der auf dem Meeresgrund abgesetzten Gründungsstruktur eingesetzt. Diese Vorgehensweise ist aus der GB-A-2 309 246 bekannt. Nachteilig dabei ist, dass zum einen die Gründungspfähle gesondert transportiert werden müssen und zum anderen das Verbinden der Gründungspfähle mit der Gründungsstruktur erst auf dem Meeresboden erfolgen kann, so dass kostenintensiv auf hoher See unter Wasser gearbeitet werden muss.

[0003] Ein Verfahren zum Installieren einer Öff-Shore-Windenergieanlage ist in der EP-A-1 101 935 entspricht den Merkmalen des Oberbegriffes des Ansprüche 1 und 5 offenbart. Darin wird die vollständig montierte Windenergieanlage an Land mit der Gründungsstruktur verbunden, als Einheit zum Aufstellungsort auf See transportiert und dort auf dem Meeresboden mit Gründungspfählen verankert. Wie die Gründungspfähle mit der Gründungsstruktur verbunden sind, geht aus der genannten Schrift nicht hervor. Nachdem die Gründungsstruktur auf dem Meeresboden abgesetzt worden ist, werden die Gründungspfähle in die Pfahlhülsen eingesetzt und in den Meeresboden eingerammt. Die Pfahlhülsen der Gründungsstruktur befinden sich bereits unter Wasser, wenn die Gründungspfähle in die Pfahlhülsen eingesetzt werden. Deswegen muss dieser Vorgang durch Taucher begleitet werden, die sicherstellen, dass die Gründungspfähle sich in der korrekten Position befinden, bevor sie in den Meeresboden eingerammt werden. Diese bekannte Vorgehensweise ist teuer, aufwendig und mit Unfallrisiken für die Taucher verbunden.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine Gründungsstruktur bereitzustellen, womit eine Installation der Gründungsstruktur, vor allem Ihrer Gründungspfähle, einfach, schnell, kostengünstig und sicher durchführbar ist.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Installation einer Gründungsstruktur für eine Offshore-Anlage, beispielsweise eine Offshore-Windenergieanlage, wobei die Gründungsstruktur zu einem Gründungsort transportiert, an dem Gründungsort abgesenkt und mit mindestens einem Gründungspfahl fixiert wird, zeichnet sich dadurch aus, dass der mindestens eine Gründungspfahl vor dem Verladen oder Zuwasserlassen der Gründungsstruktur an derselben montiert und zusammen mit der Gründungsstruktur zum Gründungsort transportiert wird. Für die Montage des Gründungspfahls an die Gründungsstruktur ist vorgesehen, dass der Gründungspfahl in eine an der Gründungsstruktur angeordnete Pfahlhülse eingeführt wird.

[0006] Vorzugsweise werden die Gründungspfähle derart in die Pfahlhülse eingeführt, dass die unteren Enden der Gründungspfähle nicht nach unten aus den Pfahlhülsen herausragen, wodurch sie nicht stören, wenn die Gründungsstruktur mit den vormontierten Gründungspfählen zum Gründungsort geschwommen wird.

[0007] Die Montage der Gründungspfähle an die Gründungsstruktur erfolgt beispielsweise an Land oder in einem Trockendock. Die Gründungsstruktur und ein oder mehrere Gründungspfähle werden dabei als Einheit transportiert. Im Folgenden werden die Begriffe "Gründungspfahl" oder "Gründungspfähle" verwendet. In beiden Fällen sollen hierdurch die Möglichkeiten eingeschlossen sein, jeweils einen oder mehrere Gründungspfähle für eine Gründungsstruktur zu verwenden.

[0008] Vorteilhaft am erfindungsgemäßen Verfahren ist, dass die Gründungsstruktur und die Gründungspfähle zu einer Einheit vormontiert werden, in der sie eine vordefinierte Position zueinander aufweisen. Diese Einheit wird als Ganzes zum Gründungsort transportiert und dort als Einheit, nämlich mit den vormontierten Gründungspfählen, abgesenkt. Dadurch entfällt ein mehrmaliges Aufnehmen der einzelnen Gründungspfähle durch einen Schwerlastkran sowie das Aufrichten der Gründungspfähle in die Vertikale. Darüber hinaus benötigen die Gründungspfähle keine zusätzliche Transportfläche. Zudem kann auf den riskanten Einsatz von Tauchern zum Einfädeln der Gründungspfähle in die sich unter Wasser befindenden Pfahlhülsen der Gründungsstruktur verzichtet werden.

[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Gründungspfahle zusammen mit der Gründungsstruktur abgesenkt.

[0010] Beim Transport von Gründungsstruktur und Gründungspfähle werden die Gründungspfähle bevorzugt senkrecht oder leicht gegen die Vertikale geneigt transportiert. Leicht geneigt bedeutet beispielsweise in einem Winkel bis zu 20°, möglicherweise auch bis zu 30°, gegen die Vertikale geneigt. Der Winkel ist dabei vorzugsweise so zu wählen, dass die in die Pfahlhülsen der Gründungsstruktur eingeführten Gründungspfähle während des Transports nicht aus den Pfahlhülsen glei-

ten.

[0011] Das Absenken der Gründungsstruktur erfolgt in einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens mit Hilfe von mindestens einem Auftriebskörper, der an der Gründungsstruktur lösbar angekoppelt ist, so dass am mindestens einen Auftriebskörper die Gründungsstruktur mit den vormontierten Gründungspfählen angehängt ist. Bevorzugt werden mehrere Auftriebskörper an die Gründungsstruktur montiert, um der zu Wasser gelassenen Einheit von Gründungsstruktur und Gründungspfählen zunächst hinreichend Auftrieb zum Schwimmen zu geben. Durch ein Fluten der Auftriebskörper werden die Gründungsstruktur und die Gründungspfähle abgesenkt. Anschließend werden die Auftriebskörper von der Gründungsstruktur entfernt und gelenzt, so dass sie wieder an die Wasseroberfläche gelangen. Das Lenzen geschieht beispielsweise über Lenzpumpen oder Pumpen, die Luft in die Auftriebskörper pumpen. Die Auftriebskörper sind mit Vorteil robust gefertigt, beispielsweise aus Stahl, und eignen sich für eine mehrfache Verwendung.

[0012] Unabhängig von der Anbringung mindestens eines Auftriebskörpers an der Gründungsstruktur ist diese in einer vorteilhaften Ausführungsform mit einem Behälter oder mindestens einer Kammer versehen, der bzw. die sich gleichfalls fluten und/oder lenzen lässt. Weist die Gründungsstruktur ein Zentralrohr auf, so ist dieses zum Beispiel mit mindestens einer Kammer versehen. Mit Hilfe eines partiellen oder vollständigen Flutens und/oder Lenzens des Behälters oder des Zentralrohrs lassen sich Vorgänge wie das Absenken, das Schwimmen oder das Aufschwimmen der Gründungsstruktur mit den Gründungspfählen unterstützen und auch kontrollieren.

[0013] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Gründungsstruktur mit mindestens einer einen Gründungspfahl umgebenden Pfahlhülse gelöst, die sich dadurch auszeichnet, dass die Pfahlhülsen Mittel zum Halten der Gründungspfähle aufweisen. Die Mittel zum Halten umfassen eine Pfahlsperre, die eine Verschiebung des Gründungspfahls in Längsrichtung der aufnehmenden Pfahlhülse verhindert. Damit wird einem Durchrutschen des Gründungspfahls durch die Pfahlhülse vorgebeugt, sowohl während des Transports als auch beim Absenken der Gründungsstruktur.

[0014] Die oben aufgeführten Vorteile des Verfahrens zur Installation einer Gründungsstruktur gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Gründungsstruktur.

[0015] Das Fixieren der Gründungsstruktur auf dem Meeresboden geschieht dadurch, dass Gründungspfähle in den Meeresboden eingebracht werden, zum Beispiel mit Hilfe einer Ramme in den Meeresgrund gerammt werden.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der Gründungsstruktur sieht vor, dass die Pfahlsperre als innere Einschnürung in einem unteren Endbereich der jeweiligen Pfahlhülse ausgebildet ist. Es können auch mehrere Einschnürungen vorgesehen sein. Die Pfahlsperre kann neben der inneren Einschnürung auch weitere Sperrmechanismen umfassen. Auf der Pfahlsperre oder einem anderen Sperrmechanismus ruht eine Standfläche am unteren Ende des jeweiligen Gründungspfahls.

[0017] In einer bevorzugten Variante der Gründungsstruktur sind die Mittel zum Halten durch Druck- und/oder Stosseinwirkung ganz oder teilweise zerstörbar. Auf diese Weise bilden die Mittel zum Halten, nachdem sie während des Transports und beim Absenken der Gründungsstruktur von Nutzen waren, kein Hindernis beim Rammen oder Einbringen des Gründungspfahls in einen Untergrund.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Gründungsstruktur sind Kopfhalterungen zum Halten oberer Endbereiche der Gründungspfähle vorgesehen. Die Kopfhalterungen verhindern ein Kippen der Gründungspfähle, insbesondere während des Transports zum Gründungsort und/oder auch beim Absenken am Gründungsort.

[0019] Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens sowie der Gründungsstruktur sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0020] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1	eine schematische Seitenansicht einer Gründungsstruktur, eines so genannten Tripod,
Fig. 2	eine schematische Ansicht auf die Gründungsstruktur in Fig. 1 von oben,
Fig. 3	eine schematische Ansicht auf die Gründungsstruktur in Fig. 1 von oben mit drei Auftriebskörpern,
Fig. 4	eine schematische Ansicht auf einen modularen Verbund von acht Gründungsstrukturen mit jeweils drei Auftriebskörpern von oben,
Fig. 5	einen mittigen Vertikalschnitt durch eine Pfahlhülse der Gründungsstruktur und einen seitlich an die Pfahlhülse angekoppelten, mittig geschnittenen Auftriebskörper,
Fig. 6	eine Einzelheit VI gemäß der Fig. 5 in vergrößerter Darstellung,
Fig. 7	einen mittigen Vertikalschnitt durch eine Pfahlhülse der Gründungsstruktur mit einem montierten Gründungspfahl im mittigen Längsschnitt, und
Fig. 8 bis 10	drei schematische Seitenansichten der Gründungsstruktur in Fig. 1 mit drei Auftriebskörpern während des Absenkens

an einem Gründungsort.

Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Gründungsstruktur 1 mit drei Pfahlhülsen 2 eines so genannten Tripod. Jede der drei Pfahlhülsen 2 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel mit zwei schräg verlaufenden Streben 3 an einem Zentralrohr 5 befestigt. Die senkrechten Pfahlhülsen 2 sind an ihren oberen und unteren Stirnseiten offen. Die Erfindung ist aber nicht auf solchermaßen (als Tripod) ausgebildete Gründungsstrukturen 1 beschränkt; sie eignet sich vielmehr für Gründungsstrukturen aller Art.

In Fig. 2 wird eine schematische Ansicht auf die Gründungsstruktur 1 in Fig. 1 von oben gezeigt. Die drei Pfahlhülsen 2 sind radialsymmetrisch mit Abstand um das Zentralrohr 5 angeordnet. Jede Pfahlhülse 2 umgibt vorzugsweise mit etwas Spiel einen Teil (bezogen auf die Länge) eines Gründungspfahls 4.

Fig. 3 zeigt ebenfalls eine schematische Ansicht der Gründungsstruktur 1 in Fig. 1 von oben. In diesem Fall ist an jeder der drei gleich ausgebildeten Pfahlhülsen 2 ein Auftriebskörper 6 angeordnet. Die gleichermaßen ausgebildeten Auftriebskörper 6 umschließen die Pfahlhülsen 2 jeweils U-förmig von außen. Dazu weist jeder Auftriebskörper 6 eine einseitig offene Ausnehmung 14 auf, die im Grundriss U-förmig ausgebildet ist. Das halbkreisförmige Ende der jeweiligen Ausnehmung 14 umschließt dadurch den halben Umfang einer jeweiligen Pfahlhülse 2. Von oben gesehen verfügt jeder Auftriebskörper 6 über eine trapezförmige Grundfläche. Die größere Seite des trapezförmigen Auftriebskörpers 6 liegt von der Mitte des Zentralrohrs 5 der Gründungsstruktur 1 gesehen außen. Die Auftriebskörper 6 sind von außen an die jeweilige Pfahlhülse 2 angesetzt, indem jeder Auftriebskörper 6 seitlich von außen an eine Pfahlhülse 12 lösbar angekoppelt ist. Auf diese Weise ist die Gründungsstruktur 1 mit den Pfahlhülsen 2 an die drei seitlichen Auftriebskörper 6 angehängt.

In Fig. 4 ist eine schematische Ansicht auf einen modularen Verbund von acht Gründungsstrukturen 1 mit jeweils drei Auftriebskörpern 6 von oben dargestellt. Durch die Grundfläche der Auftriebskörper 6 mit trapezförmigem Umriss ist eine Platz sparende Anordnung von Gründungkörpern 1 auf einer verhältnismäßig kleinen Transportfläche möglich. Die Auftriebskörper 6 der einzelnen Gründungsstrukturen 1 sind zur Herstellung des Verbundes mehrerer Gründungsstrukturen 1 zumindest teilweise durch in der Fig. 4 nicht gezeigte lösbare Verbindungsmittel zusammengehängt. Dadurch ist es möglich, gleichzeitig mehrere Gründungsstrukturen 1 an Auftriebskörpern 6 hängend zum jeweiligen Gründungsort zu schwimmen.

Die Fig. 5 zeigt einen Längsschnitt durch eine Pfahlhülse 2 und einen daran angekoppelten Auftriebskörper 6 im Schnitt. Jeder Auftriebskörper 6 ist als ein geschlossener, wasserdichter Schwimmer ausgebildet. Dazu ist im Inneren der hier gezeigten Auftriebskörper 6 eine geschlossene bzw. schließbare Kammer 15 angeordnet. Im Auftriebskörper 6 können auch mehrere getrennte Kammern vorgesehen sein. Die Kammer 15 jedes Auftriebskörpers 6 ist mit mindestens einem Ventil zum Fluten und zum Lenzen des Auftriebskörpers 6 versehen. Das Fluten geschieht durch gezieltes Einleiten von beispielsweise Seewasser in die jeweilige Kammer 15 des Auftriebskörpers 6. Zum Lenzen der Kammer 15 wird entweder das Wasser aus der Kammer 15 herausgepumpt oder durch Einleiten von Druckluft herausgedrückt.

[0021] Die Pfahlhülse 2 und der Auftriebskörper 6 sind über ein Paar von Kopplungsmittel 7, 16 lösbar miteinander verbunden. Die beiden in der Fig. 6 gezeigten Kopplungsmittel 7 und 16 sind derart korrespondierend zueinander angeordnet, dass sie eine lösbare Rastverbindung zwischen der Pfahlhülse 2 und dem jeweiligen Auftriebskörper 6 bilden. Dazu sind Kopplungsmittel 7 und 16 als formschlüssig ineinandergreifende halbkreisförmige Ringpratzen ausgebildet. Die Ringpratzen jedes Kopplungsmittels 7 und 16 weisen einen Vorsprung mit einem (von oben gesehen) halbkreisförmigen Verlauf auf, die durch Ineinandergreifen die formschlüssige, aber lösbare Verbindung zwischen der jeweiligen Pfahlhülse 2 und dem entsprechenden Auftriebskörper 6 herstellen, wenn der jeweiligen Auftriebskörper 6 relativ zur Pfahlhülse 2 nach oben bewegt oder die Pfahlhülse 2 relativ zum Auftriebskörper 6 abgesenkt wird. Umgekehrt wird die formschlüssige Verbindung der Kopplungsmittel 7 und 16 gelöst, wenn der Auftriebskörper 6 relativ zur Pfahlhülse 2 nach unten bewegt wird oder die Gründungsstruktur 1 mit der jeweiligen Pfahlhülse 2 relativ zum Auftriebskörper 6 angehoben wird. Das Kopplungsmittel 7 ist fest mit der Außenseite der Pfahlhülse 2 verbunden, indem es eine außerseitige Hälfte der Pfahlhülse 2 halbkreisförmig umgibt. Demgegenüber ist das Kopplungsmittel 16 mit dem Auftriebskörper 6 verbunden, und zwar mit der halbkreisförmigen Innenseite der U-förmigen Ausnehmung 14 im Auftriebskörper 6.

[0022] Die korrespondierenden Vorsprünge der Kopplungsmittel 7, 16 sind mit Abschrägungen versehen, die beim Anhängen Pfahlhülsen 2 der Gründungsstruktur 1 an die Auftriebskörper 6 kleine Toleranzen bezüglich der Position der Vorsprünge zueinander zulässt. Gleichfalls dienen die Abschrägungen der Kopplungsmittel 7, 16 dazu, beim Einrasten eine Bewegung zwischen der jeweiligen Pfahlhülse 2 und dem Auftriebskörper 6 zuzulassen, damit die Gründungssstruktur 1 und die Auftriebskörper 6 in eine korrekte Position zueinander gelangen.

[0023] Fig. 7 zeigt einen Längsschnitt durch eine der Pfahlhülsen 2 der Gründungsstruktur 1 mit einem montierten Gründungspfahl 4, und zwar nur einen unteren Endbereich 11 desselben. Jede Pfahlhülse 2 weist ein Mittel zum Halten des Gründungspfahls 4 auf. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Mittel als eine Pfahlsperre 8 ausgebildet. Die Pfahlsperre 8 wird gebildet durch einen Ring, der am unteren Ende der jeweiligen Pfahlhülse 2 vorübergehend, nämlich zum Halten des vormontierten Gründungspfahls 4 bis nach dem Absenken der Gründungsstruktur 1 auf dem Meeresboden 10, befestigt ist, beispielsweise durch Schweißen. Die ringförmige Pfahlsperre 8 schnürt die Öffnung am unteren Ende der Pfahlhülse 2 soweit ein, dass eine Standfläche für eine untere Stirnfläche 13 der Pfahlhülse 12 entsteht, worauf die vormontierte Pfahlhülse 2 während des Transports der Gründungsstruktur 1 zum Gründungsort und zum Absenken der Gründungsstruktur 1 mit den Pfahlhülsen 2 ruht. Es sind auch andere Mittel zum Halten des unteren Endbereichs 11 des Gründungspfahls 4 in der jeweiligen Pfahlhülse 2 denkbar, beispielsweise unterbrochene Standfläche, Federzungen oder Klemmh ülsen.

[0024] Die Befestigung der Pfahlsperren 8 an den Unterseiten der Pfahlhülsen 2 ist so getroffen, dass sie zuverlässig das Gewicht des jeweils in der Pfahlhülsen 2 steckenden Gründungspfahls 4 aufnehmen. Durch starken Druck von oben, wie er beispielsweise durch das Einrammen des Gründungspfahls 4 in den Meeresboden 10 erforderlich ist, wird die jeweilige Pfahlsperre 8 zerstört, insbesondere die Verbindung desselben mit dem unteren Ende der jeweiligen Pfahlhülse 2 gelöst, so dass der Gründungspfahl 4 beim Einrammen in den Meeresboden 10 durch die Pfahlhülse 2 hindurchgleiten kann.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der Fig. 8 bis 10 näher erläutert. In den Figuren ist eine Gründungsstruktur 1 mit drei vormontierten Gründungspfählen 4 gezeigt. Die Gründungspfähle 4 sind mit ihren unteren Endbereichen in die Pfahlhülsen 2 hineingesteckt, und zwar so weit, dass die Gründungspfähle 4 mit ihren Stirnflächen 13 auf Pfahlsperren 8 an der Unterseite der Pfahlhülsen 2 aufstehen. Zusätzlich sind die Pfahlhülsen 2 nur während des Transports zum Gründungsort an ihren oberen Endbereichen durch nicht gezeigte Kopfhalterungen verbunden, die die oben aus den Pfahlhülsen 2 herausragenden Gründungspfähle 4 während des Transports stabilisieren, insbesondere gegen Umkippen sichern.

[0026] Die Gründungsstruktur 1 mit den drei Gründungspfählen 4 ist zum Transport an den Gründungsort an die drei Auftriebskörper 6 angehängt. Jeder Auftriebskörper 6 ist von der Seite her lösbar an eine Pfahlhülse 2 mit den Kopplungsmittel 7, 16 angekoppelt. Dabei sind die Kopplungsmittel 7, 16 in einer solchen Höhe an den Auftriebskörpern 6 und an den Pfahlhülsen 2 angebracht, dass gemäß der Darstellung in der Fig. 5 die Pfahlhülsen 2 mit einem unteren Endbereich 11 nach unten gegenüber den Auftriebskörpern 6 vorstehen. Das Maß, um das untere Abschnitte der Pfahlhülse 2 gegenüber den Unterseiten der Auftriebskörper 6 vorstehen, ist so gewählt, dass durch eine Abwärtsbewegung der Auftriebskörper 6 an den Pfahlhülsen 2 die formschlüssige Verbindung der Kopplungsmittel 7 und 16 zwischen Auftriebskörpern 6 und den Pfahlhülsen 2 lösbar ist.

[0027] Das Anhängen der Auftriebskörper 6 an die Gründungsstruktur 1 erfolgt so, dass die Gründungsstruktur 1 mit den Pfahlhülsen 2 und den darin eingesteckten Gründungspfählen 4 auf die Wasseroberfläche 9 abgesenkt wird, bis die Pfahlhülsen 2 etwas in das Wasser eintauchen. Dann werden die bereits im Wasser schwimmenden Auftriebskörper 6 von außen seitlich an die Pfahlhülsen 2 herangefahren, wobei die Pfahlhülsen 2 in die U-förmigen Ausnehmungen 14 der Auftriebskörper 6 eingreifen. Durch weiteres Absenken der Gründungsstruktur 1 wird ein Formschluss zwischen den Gründungsmitteln 7 und 16 hergestellt und dabei die lösbaren Verbindungen der Auftriebskörper 6 mit den Pfahlhülsen 2 der Gründungsstruktur 1 herbeigeführt. Nachdem diese Verbindungen erfolgt sind, hängt die Gründungsstruktur 1 mit den vormontierten Gründungspfählen 4 an den seitlich neben den Pfahlhülsen 2 sich befindenden Auftriebskörpern 6.

[0028] Die Fig. 8 zeigt die schwimmende Gründungsstruktur 1 mit vormontierten Gründungspfählen 4. Die Gründungsstruktur 1 ist dazu an den Auftriebskörpern 6 aufgehängt, die von der Seite her an die Pfahlhülsen 2 der Gründungsstruktur 1 angekoppelt sind, und zwar lösbar. Im gezeigten Zustand kann die Gründungsstruktur 1 mit den Gründungspfählen 4 schwimmend zum Gründungsort transportiert werden, vorzugsweise durch Schleppen. Den nötigen Auftrieb zum schwimmenden Transport erhält die Gründungsstruktur 1 durch die Auftriebskörper 6. Diese sind zum schwimmenden Transport der Gründungsstruktur 1 gelenzt, und zwar vorzugsweise vollständig. Die Kammern 15 des Auftriebskörpers 6 enthalten deswegen beim Transport der Gründungsstruktur 1 kein Wasser oder allenfalls Restmengen an Wasser. Bei schwerer See kann es vorgesehen sein, die Auftriebskörper 6 teilweise zu fluten, und zwar nur so weit, dass die Gründungsstruktur 1 mit den Auftriebskörpern 6 noch schwimmend transportiert werden kann. Hierdurch wird der Schwerpunkt der an den Auftriebskörpern 6 hängenden Gründungsstruktur 1 erniedrigt, was vor allem bei schwerer See den schwimmenden Transport der an den Auftriebskörpern 6 hängenden Gründungsstruktur 1 mit den Gründungspfählen 4 sicherer macht.

[0029] Am Gründungsort erfolgt ein Absenken der Gründungsstruktur 1 mit den Gründungspfählen 4 durch ein zumindest teilweises Fluten der Kammern 15 der Auftriebskörper 6. Das Fluten geschieht allmählich, und zwar synchron, so dass die Gründungsstruktur 1 nahezu senkrecht abgesenkt wird. Gegebenenfalls kann das senkrechte Absenken der Gründungsstruktur 1 unterstützt werden durch einen oben an der Gründungsstruktur 1 angreifenden Kran, der eine nach oben gerichtete Zugkraft auf die Gründungsstruktur 1 ausübt, ohne jedoch in

der Lage sein zu müssen, das Gewicht der gesamten Gründungsstruktur 1 einschließlich der Gründungspfähle 4 tragen zu können. Die Auftriebskörper 6 werden langsam und synchron geflutet, bis die Gründungsstruktur 1 gemäß der Fig. 9 auf dem Untergrund, im gezeigten Ausführungsbeispiel den Meeresboden 10, aufliegt, und zwar vorzugsweise mit den unteren Stirnflächen der Pfahlhülsen 2. Dabei bleiben die Auftriebskörper 6 noch an den Pfahlhülsen 2 angekoppelt, bis die Gründungsstruktur 1 ihre vorgesehene Position auf dem Meeresboden 10 erreicht hat. Die Position kann gegebenenfalls korrigiert werden durch teilweises Lenzen der Auftriebskörper 6, wodurch sie die Gründungsstruktur 1 wieder etwas anheben oder in eine Art Schwebezustand im Wasser versetzen.

[0030] Die Fig. 10 erläutert das Abkoppeln der Auftriebskörper 6 von den Pfahlhülsen 2 der Gründungsstruktur 1. Zu diesem Zweck werden die Auftriebskörper 6 so weit geflutet, beispielsweise vollständig geflutet, dass sie relativ zu den Pfahlhülsen 2 sich nach unten bewegen, und zwar beispielsweise so weit, dass sie nahezu auf dem Meeresboden 10 aufliegen. Durch diese Relativbewegung der Auftriebskörper 6 zu den Pfahlhülsen 2 werden die Kopplungsmittel 16 an den Auftriebskörpern 6 relativ zu den Kopplungsmitteln 7 an den Pfahlhülsen 2 abgesenkt und dadurch die formschlüssige Verbindung der Auftriebskörper 6 mit den Pfahlhülsen 2 der Gründungsstruktur 1 gelöst. Es lassen sich nun die Auftriebskörper 6 von den Pfahlhülsen 2 radial nach außen abziehen, indem die Pfahlhülsen 2 aus den U-förmigen Ausnehmungen 14 in den Auftriebskörpern 6 sozusagen ausgefädelt werden. Durch anschließendes vollständiges oder mindestens teilweises Lenzen der Auftriebskörper 6 werden ihre Kammern 15 zumindest teilweise vom Wasser geleert. Die Auftriebskörper 6 gelangen dadurch an die Wasseroberfläche 9, wodurch die Auftriebskörper 6 wieder für einen neuen Einsatz zur Verfügung stehen.

[0031] Nachdem die Gründungsstruktur 1 gemeinsam mit den in den Pfahlhülsen 2 steckenden Gründungspfählen 4 auf den Meeresboden 10 abgesenkt ist, wird die Gründungsstruktur 1 am Gründungsort verankert durch mindestens teilweises Einrammen der Gründungspfähle 4 in den Meeresboden 10. Beim Beginn des Einrammens werden von den unteren Stirnflächen 13 der Pfahlhülsen 2 die Pfahlsperren 8 an den Unterseiten der Pfahlhülsen 2 getrennt. Die Gründungspfähle 4 können nun beim weiteren Einrammen durch die Pfahlhülsen 2 hindurchgleiten.

[0032] Das erfindungsgemäße Vormontieren der Gründungspfähle 4 an der Gründungsstruktur 1 und der gemeinsame schwimmende Transport der Gründungsstruktur 1 und der Gründungspfähle 4 an den Gründungsort eignet sich nicht nur für den vorstehend beschriebenen und in den Figuren gezeigten Transport der Gründungsstruktur 1 mit Auftriebskörpern 6 zum Gründungsort. Vielmehr kann die Erfindung zum Einsatz kommen bei jeder beliebigen Transportmethode der Gründungsstruktur 1 mit den Gründungspfählen 4 zum Gründungsort. Die Erfindung ist also nicht beschränkt auf den Transport der Gründungsstruktur 1 mit Auftriebskörpern 6 zum Gründungsort. Vielmehr kann die Erfindung auch realisiert werden, wenn die Gründungsstruktur 1 mit den Gründungspfählen 4 auf andere Weise, zum Beispiel durch Schiffe, Pontons oder an einem Schwimmkran hängend, zum Gründungsort transportiert wird.

Bezugszeichenliste:

[0033]

1	Gründungsstruktur
2	Pfahlhülse
3	Strebe
4	Gründungspfahl
5	Zentralrohr
6	Auftriebskörper
7	Kopplungsmittel
8	Pfahlsperre
9	Wasseroberfläche
10	Meeresboden
11	unterer Endbereich
13	untere Stirnfläche
14	Ausnehmung
15	Kammer
16	Kopplungsmittel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Installation einer Gründungsstruktur (1) für eine Offshore-Anlage, beispielsweise eine Offshore-Windenergieanlage, wobei die Gründungsstruktur (1) zu einem Gründungsort transportiert, an dem Gründungsort abgesenkt und mit mindestens einem Gründungspfahl (4) fixiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Gründungspfahl (4) an der Gründungsstruktur (1) montiert wird, indem er mit einem unteren Endbereich in eine jeweilige Pfahlhülse (2) eingesteckt wird, um so zusammen mit der Gründungsstruktur (1) zum Gründungsort transportiert zu werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Gründungspfahl (4), vorzugsweise mehrere Gründungspfähle (4), zusammen mit der Gründungsstruktur (1) abgesenkt wird bzw. werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in die Pfahlhülsen (2) eingesetzten Gründungspfähle (4) zusammen mit der Gründungsstruktur (1) zum Gründungsort transportiert und dort auch gemeinsam abgesenkt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trans-

portieren und Absenken der Gründungsstruktur (1) samt den Gründungspfählen (4) mit mindestens einem an der Gründungsstruktur (1) lösbar angekoppelten flutbaren und lenzbaren Auftriebskörper (6) erfolgt.

5. Gründungsstruktur mit einer einen Gründungspfahl (4) umgebenden Pfahlhülse (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Gründungspfähle (4) umgebenden Pfahlhülsen (2) Mittel zum Halten der mit einem unteren Endbereich in die Pfahlhülsen (2) eingesetzten Gründungspfähle (4) aufweisen, wobei die Mittel zum Halten als Pfahlsperren (8) ausgebildet sind, die ein Hindurchrutschen der Gründungspfähle (4) durch die Pfahlhülsen (2) während des Transports und beim Absenken verhindern.

6. Gründungsstruktur nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Pfahlsperre (8), die eine Verschiebung des Gründungspfahls (4) in Längsrichtung der Pfahlhülse (2) verhindert, vorzugsweise trennbar an einem unteren Ende der Pfahlhülse (2) befestigt ist.

7. Gründungsstruktur nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Pfahlsperre (8) als eine innere Einschnürung in einem unteren Endbereich (11) der jeweiligen Pfahlhülse (2) ausgebildet ist.

8. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Pfahlsperre (8) mindestens eine Standfläche für eine untere Stirnfläche (13) des jeweiligen Gründungspfahls (4) umfasst.

9. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Halten der Gründungspfähle (4), vorzugsweise die Pfahlsperren (8), durch Druck- und/oder Stoßeinwirkung ganz oder teilweise von den Pfahlhülsen (2) trennbar sind.

Claims

1. Method for installation of a foundation structure (1) for an offshore installation, for example an offshore wind energy installation, with the foundation structure (1) being transported to a foundation location, being lowered at the foundation location and being fixed by at least one foundation pile (4) **characterized in that** the at least one foundation pile (4) is mounted on the foundation structure (1) by a lower end area of said foundation pile being inserted into a respective pile sleeve (2) in order in this way to be transported together with the foundation structure (1) to the foundation location.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the respective foundation pile (4), preferably a plurality of foundation piles (4), is or are lowered together with the foundation structure (1).

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the foundation piles (4), which have been inserted into the pile sleeves (2), are transported together with the foundation structure (1) to the foundation location and are also jointly lowered there.

4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the transportation and lowering of the foundation structure (1) together with the foundation piles (4) are carried out using at least one buoyant body (6) which can be flooded, can be pumped out, and is detachably coupled to the foundation structure (1).

5. Foundation structure having a pile sleeve (2) which surrounds a foundation pile (4), **characterized in that** the pile sleeves (2) which surround the foundation piles (4) have means for holding the foundation piles (4), a lower end area of which has been inserted into the pile sleeves (2), with the means for holding being in the form of pile barriers (8) which prevent the foundation piles (4) from sliding through the pile sleeves (2) during transportation and during lowering.

6. Foundation structure according to Claim 5, **characterized in that** each pile barrier (8), which prevents movement of the foundation pile (4) in the longitudinal direction of the pile sleeve (2), is preferably detachably attached to a lower end of the pile sleeve (2).

7. Foundation structure according to Claim 5 or 6, **characterized in that** each pile barrier (8) is in the form of an internal constriction in a lower end area (11) of the respective pile sleeve (2).

8. Foundation structure according to one of Claims 5 to 7, **characterized in that** each pile barrier (8) comprises at least one stand surface for a lower end surface (13) of the respective foundation pile (4).

9. Foundation structure according to one of Claims 5 to 8, **characterized in that** the means for holding the foundation piles (4), preferably the pile barriers (8), can be entirely or partially separated from the pile sleeves (2) by the influence of pressure and/or shock.

Revendications

1. Procédé pour l'installation d'une structure de fonda-

tion (1) pour une installation offshore, par exemple une installation d'énergie éolienne offshore, la structure de fondation (1) étant transportée vers un site de fondation, étant abaissée sur le site de fondation et étant fixée avec au moins un pieu de fondation (4), **caractérisé en ce que** l'au moins un pieu de fondation (4) est monté sur la structure de fondation (1) en étant enfoncé par une région d'extrémité inférieure dans un fût (2) respectif, afin d'être transporté conjointement avec la structure de fondation (1) jusqu'au site de fondation.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le pieu de fondation respectif (4), de préférence plusieurs pieux de fondation (4), est ou sont abaissés conjointement avec la structure de fondation (1).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les pieux de fondation (4) insérés dans les fûts (2) sont transportés conjointement avec la structure de fondation (1) jusqu'au site de fondation et y sont aussi abaissés conjointement.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le transport et l'abaissement de la structure de fondation (1) avec les pieux de fondation (4) s'effectuent avec au moins un corps de sustentation (6) pouvant être rempli et vidé, raccordé de manière détachable à la structure de fondation (1).

5. Structure de fondation comprenant un fût (2) entourant un pieu de fondation (4), **caractérisée en ce que** les fûts (2) entourant les pieux de fondation (4) présentent des moyens pour retenir les pieux de fondation (4) insérés avec la région d'extrémité inférieure dans les fûts (2), les moyens de retenue étant réalisés sous forme d'arrêt de pieu (8) qui empêchent un glissement des pieux de fondation (4) à travers les fûts (2) pendant le transport et lors de l'abaissement.

6. Structure de fondation selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** chaque arrêt de pieu (8), qui empêche un déplacement du pieu de fondation (4) dans la direction longitudinale du fût (2), est fixé de préférence de manière séparable à une extrémité inférieure du fût (2).

7. Structure de fondation selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** chaque arrêt de pieu (8) est réalisé sous forme de rétrécissement interne dans une région d'extrémité inférieure (11) du fût (2) respectif.

8. Structure de fondation selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisée en ce que** chaque arrêt de pieu (8) comprend au moins une surface de soutien pour une face frontale inférieure (13) du pieu de fondation (4) respectif.

9. Structure de fondation selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, **caractérisée en ce que** les moyens pour retenir les pieux de fondation (4), de préférence des arrêts de pieux (8), peuvent être séparés des fûts (2) complètement ou partiellement en exerçant une pression et/ou un choc.

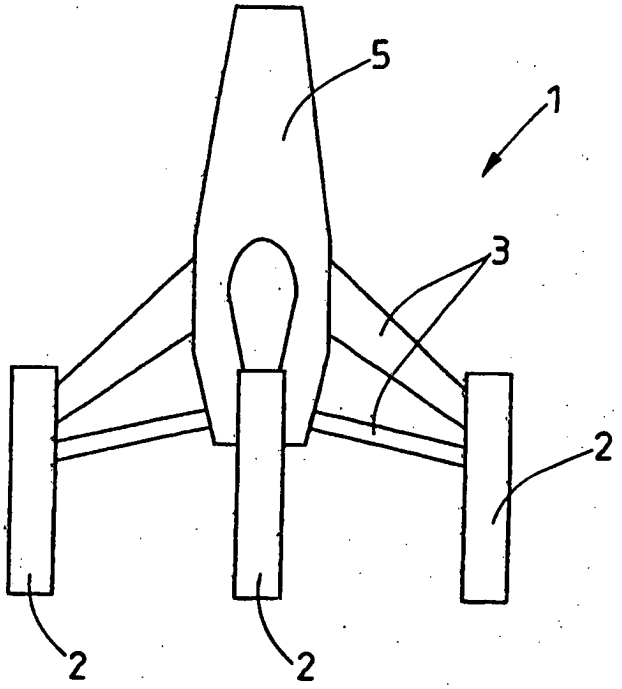

Fig. 1

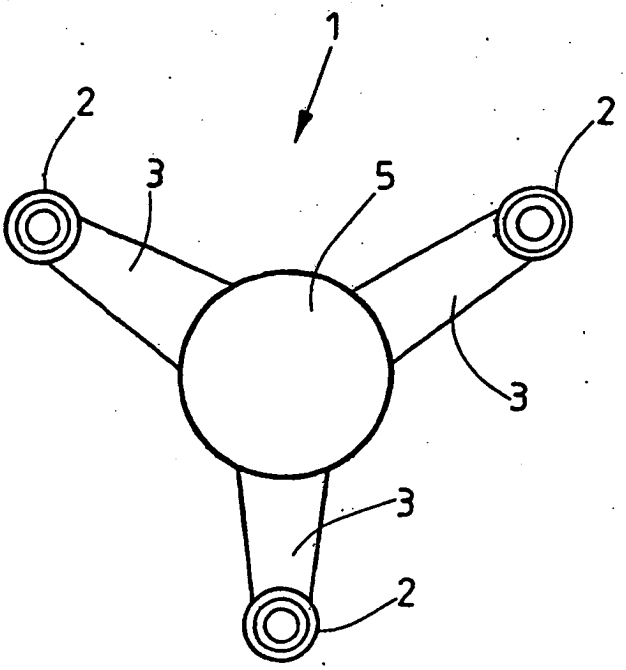

Fig. 2

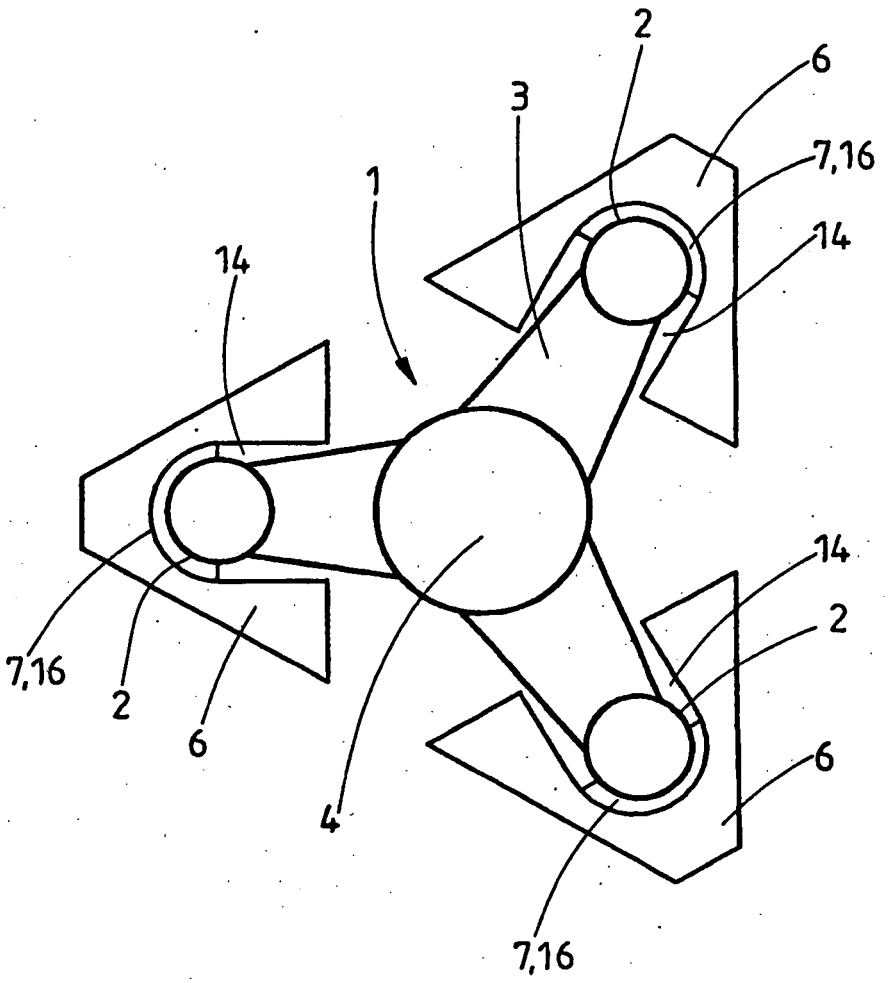

Fig. 3

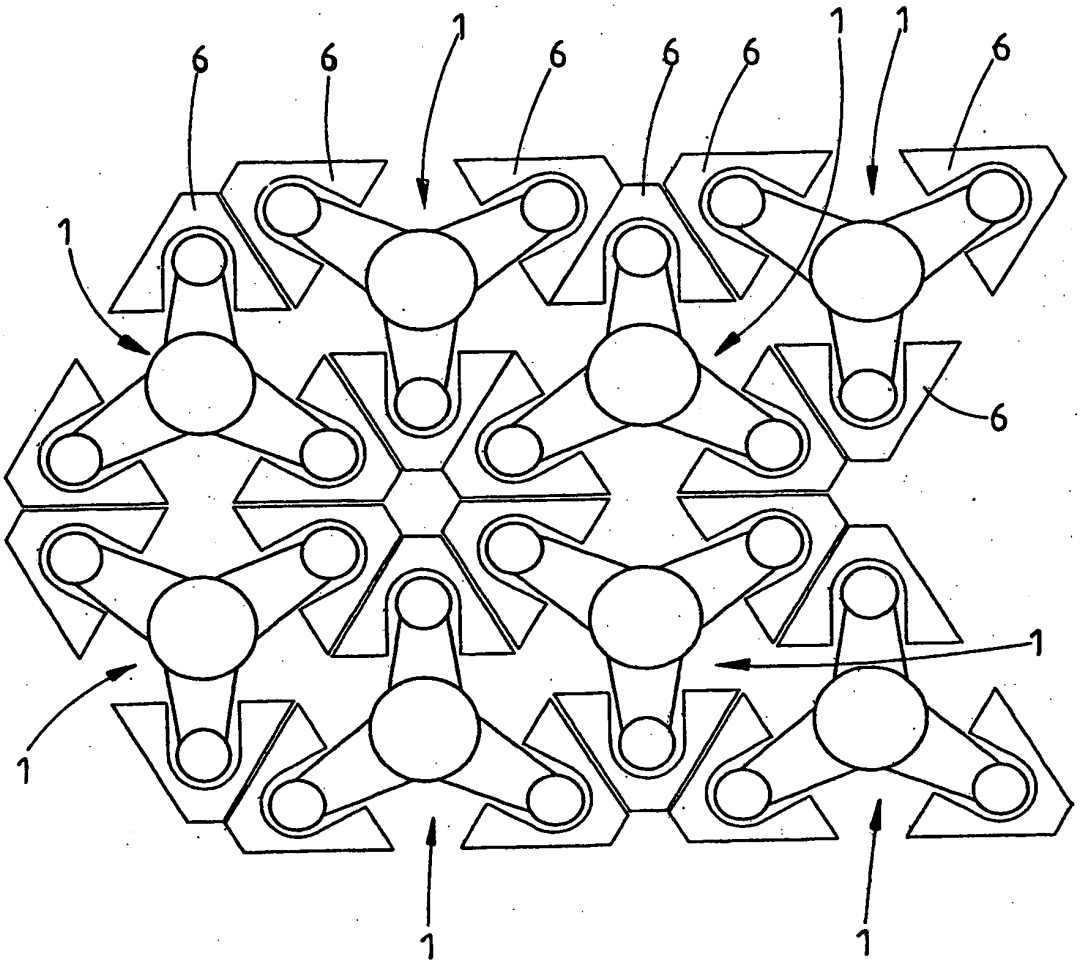

Fig. 4

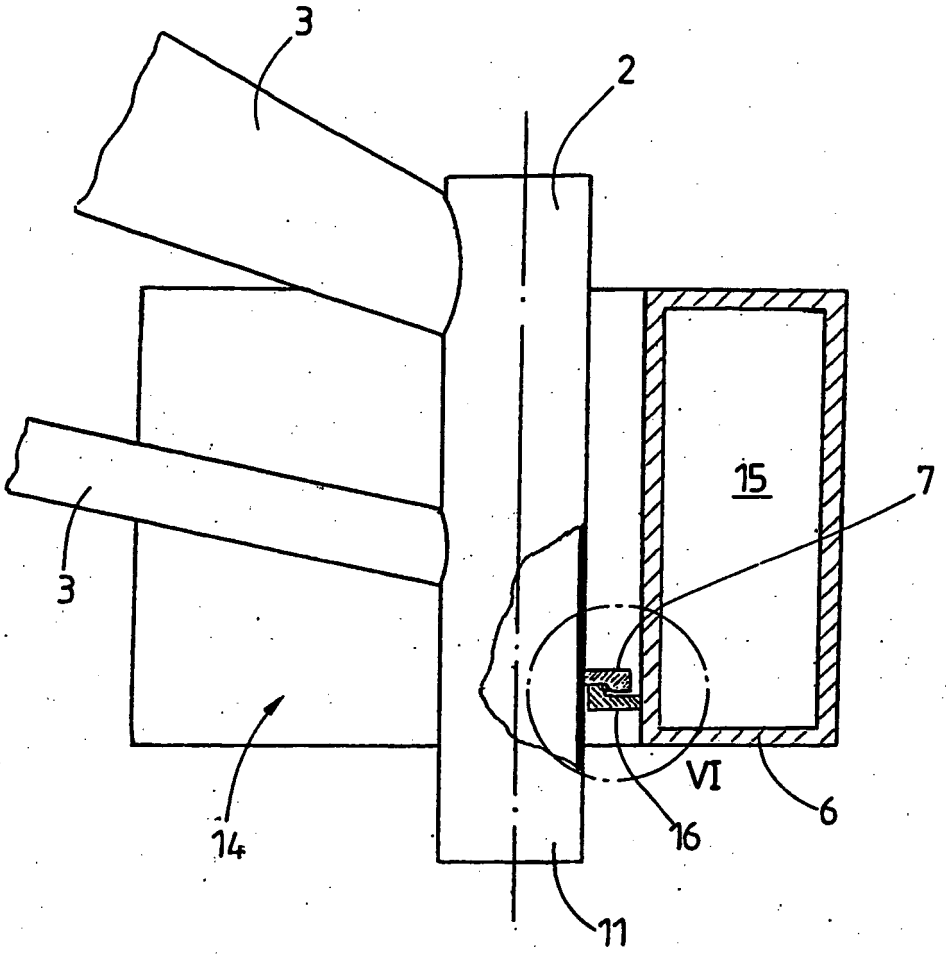

Fig. 5

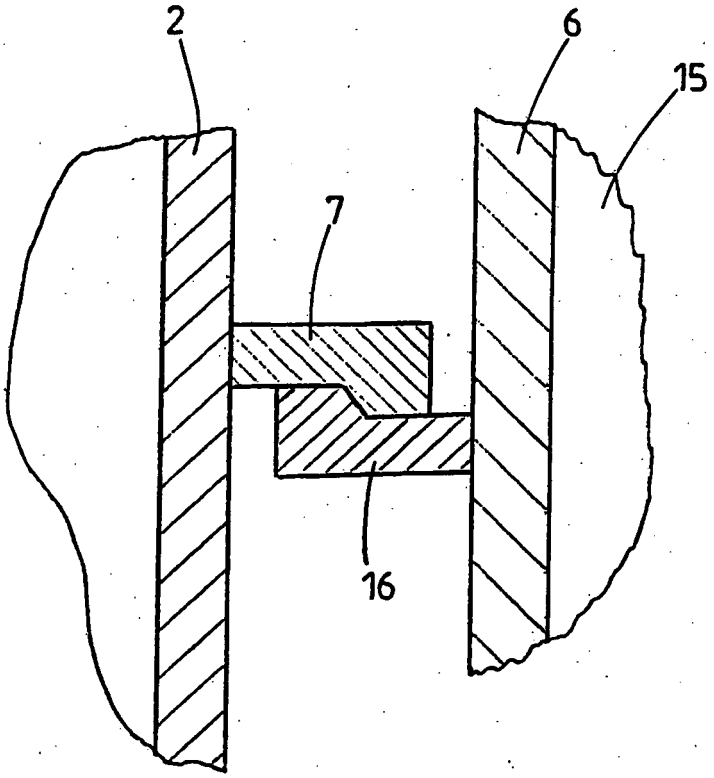

Fig. 6

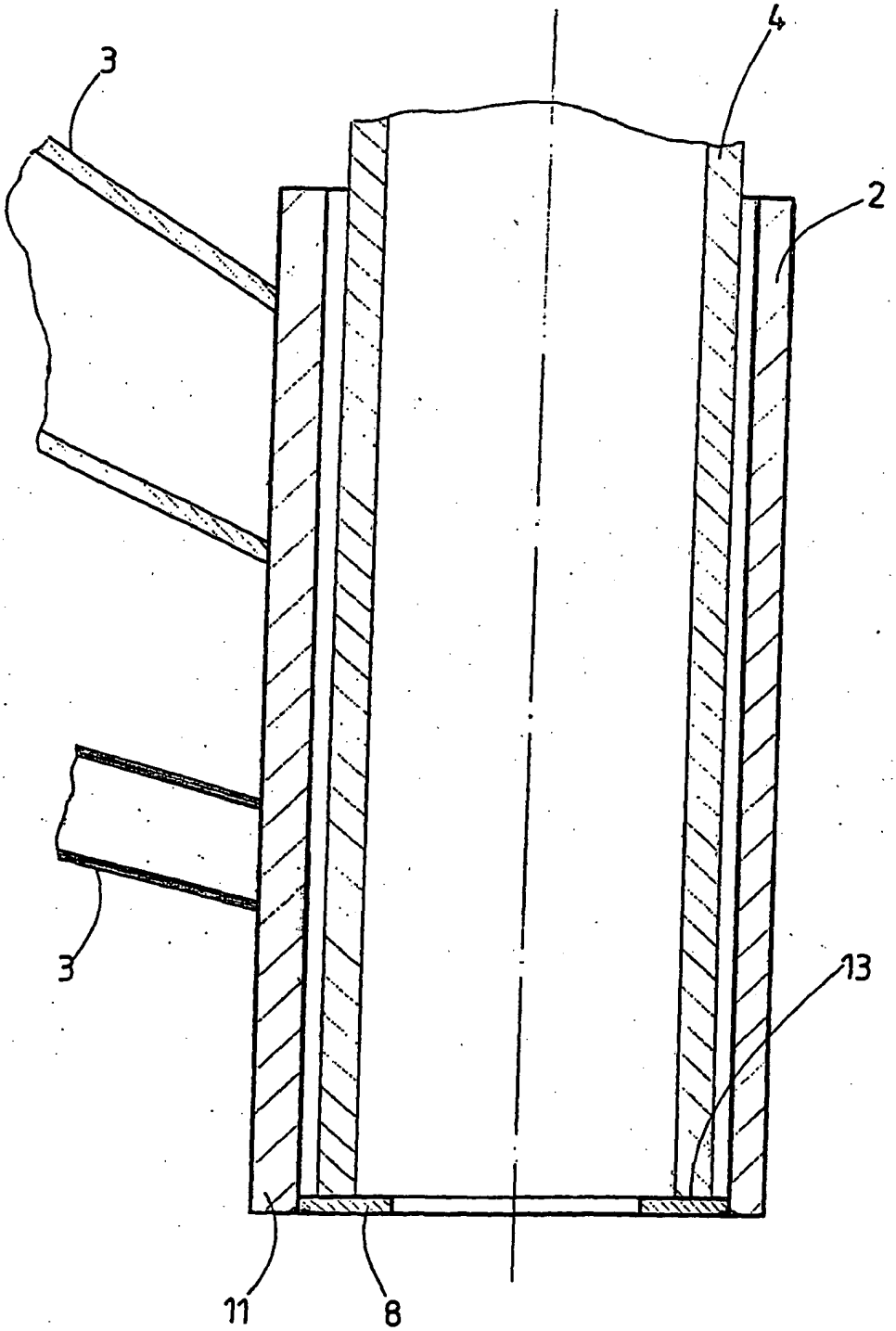

Fig. 7

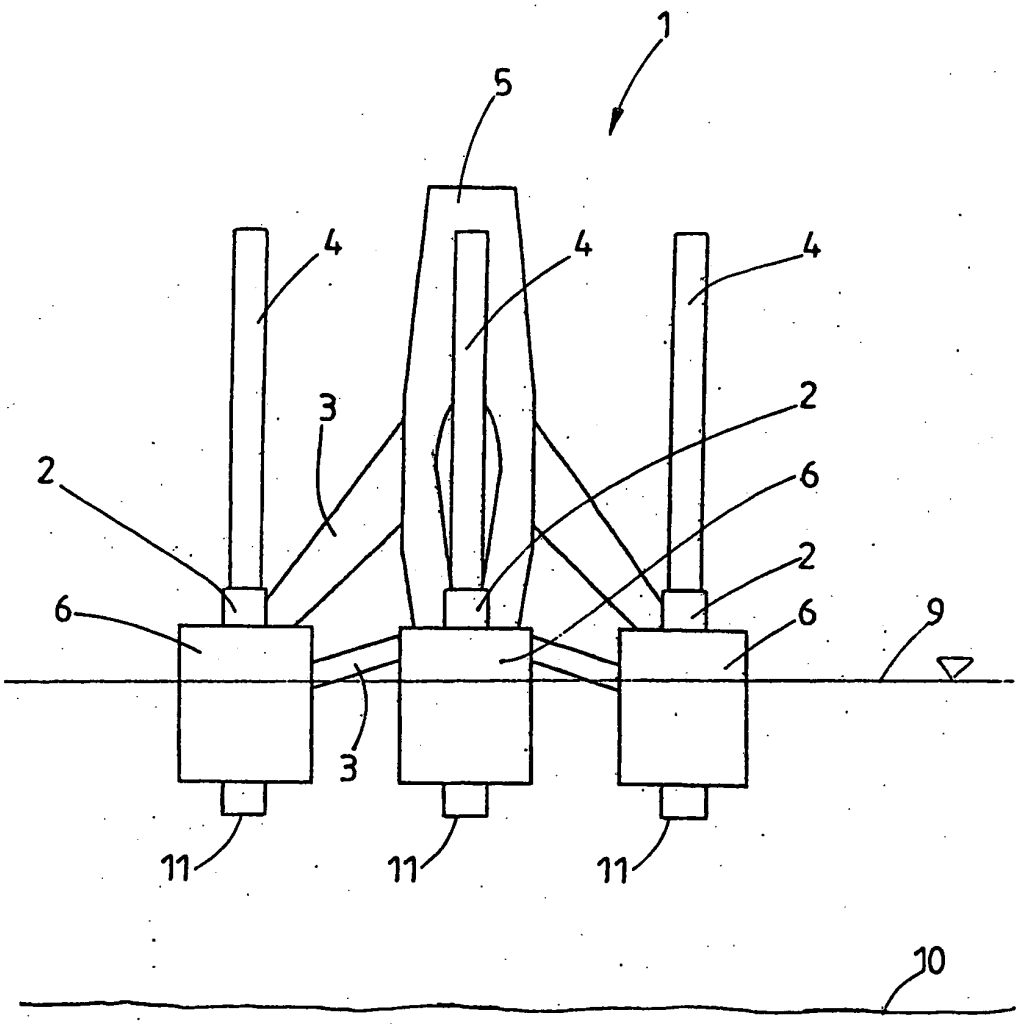

Fig. 8

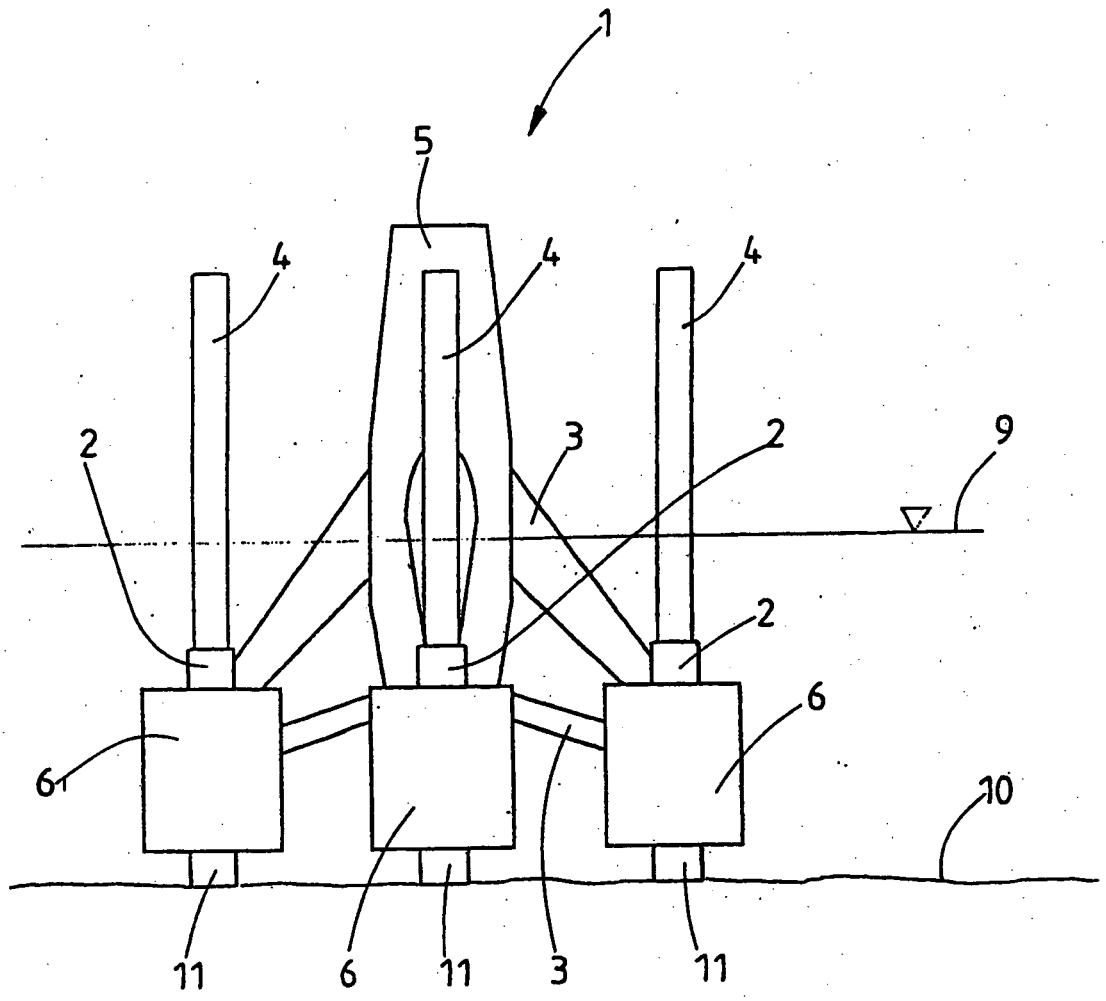

Fig. 9

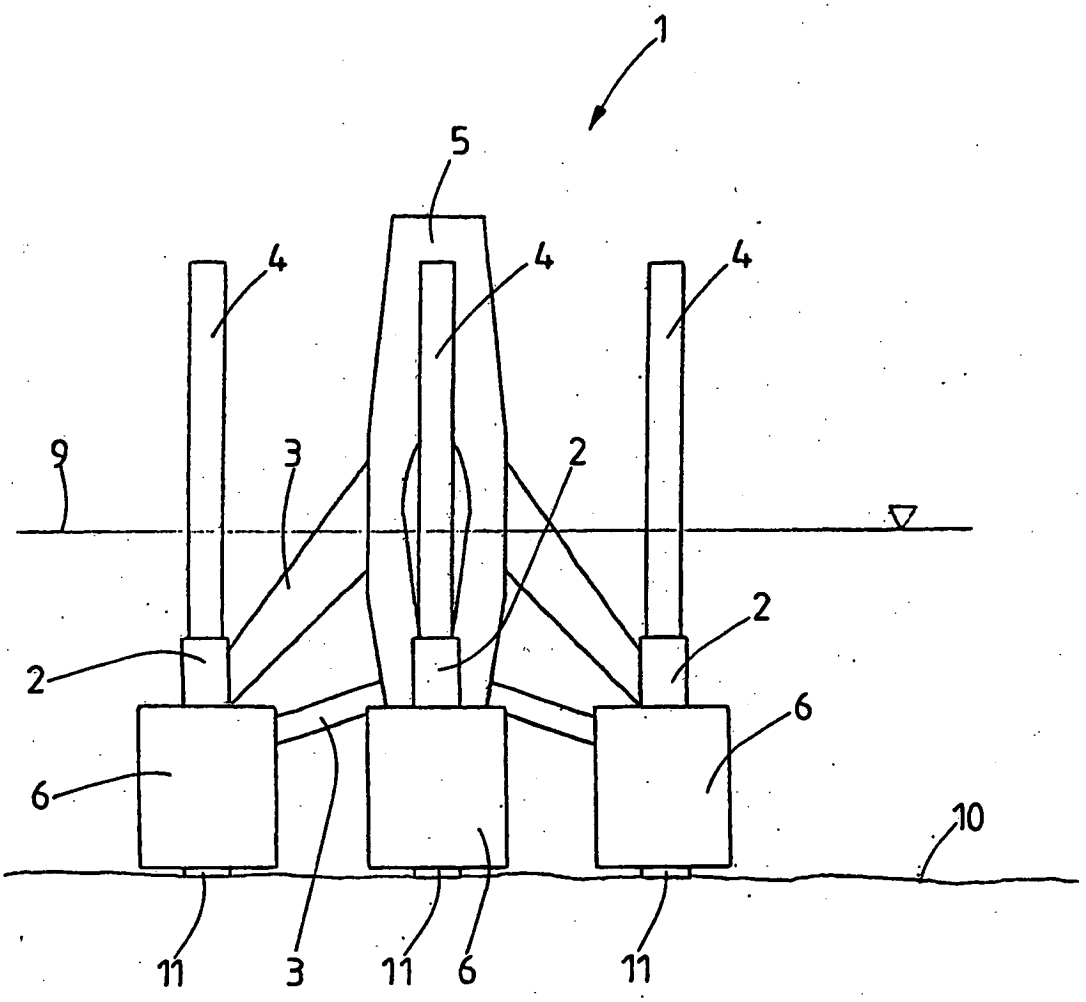

Fig. 10

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

- GB 2309246 A **[0002]**
- EP 1101935 A **[0003]**