



(11)

EP 2 500 473 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.08.2013 Patentblatt 2013/34

(51) Int Cl.:
E02D 7/28 (2006.01)
E02D 27/52 (2006.01) **E02D 27/42** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11158535.2**

(22) Anmeldetag: **16.03.2011**

(54) Verfahren zur Herstellung einer Gründung für eine Offshore-Anlage

Method of creating a foundation for a offshore structure

Procédé de fabrication d'une fondation pour une installation offshore

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.09.2012 Patentblatt 2012/38

(73) Patentinhaber:
• **HOCHTIEF Solutions AG**
45128 Essen (DE)
• **Herrenknecht AG**
77963 Schwanau (DE)

(72) Erfinder:
• **Peters, Marc, Dr.**
79108 Freiburg (DE)

- **Studer, Thomas**
77971 Kippenheim (DE)
- **Wiemann, Jens, Dr.**
21029 Hamburg (DE)
- **Leenwerke, Fenno**
9675 Winschoten (NL)
- **Gipperich, Christof, Dr.**
42389 Wuppertal (DE)

(74) Vertreter: **Rohmann, Michael**
Andrejewski - Honke
Patent- und Rechtsanwälte
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2010/139380 WO-A2-2010/015799
JP-A- 62 284 818

EP 2 500 473 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 Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Gründung für eine Offshore-Anlage, insbesondere für eine Offshore-Windkraftanlage. Offshore-Anlage meint ein feststehendes Bauwerk, dass in der offenen See und insbesondere vor Küsten errichtet wird. Offshore-Anlagen können neben Offshore-Windkraftanlagen auch beispielsweise Bohrinseln oder Brücken sein.

[0002] Eine Offshore-Windkraftanlage weist in der Regel ein Bauelement auf, durch das die Windkraftanlage im Meeresboden verankert ist. Eine derartige Offshore-Anlage ist beispielsweise aus der WO 2010/139380 A1 bekannt. Auf dieses Bauelement ist ein Mast aufgesetzt, der relativ hoch aus der Wasseroberfläche herausragt. An der Spitze des Mastes ist unter anderem der Generator, eine Lagerungseinrichtung für den Rotor und der Rotor selbst angeordnet. Offshore-Windkraftanlagen können bis über 150 m aus der Wasseroberfläche herausragen und werden in der Regel in Wassertiefen bis zu 50 m installiert bzw. verankert. Die Gründung der Windkraftanlagen am Meeresboden ist insbesondere aufgrund von Wellengang, Windlasten und Eigengewicht der Windkraftanlage sowie aufgrund der dynamischen Kräfte aus dem Anlagenbetrieb relativ hohen Kräften bzw. Beanspruchungen ausgesetzt.

[0003] Bei den bislang aus der Praxis bekannten Maßnahmen zur Verwirklichung einer Gründung für Offshore-Windkraftanlagen werden entweder sogenannte Monopiles (schwere Rohre mit großem Durchmesser bis über 6 m) oder schwere Stahlfachwerkstrukturen, insbesondere sogenannte Tripods, Tripiles oder Jackets eingesetzt. Diese Bauelemente werden normalerweise durch Rammen bzw. mit Hilfe von Rammpfählen im Meeresboden verankert. Diese Rammverfahren sind mit erheblichen Schallemissionen im Meer verbunden und beeinträchtigen daher die Umwelt sehr wesentlich. Das gilt insbesondere für zukünftig angestrebte Anlagengrößen von deutlich über 5 MW mit entsprechend großen Gründungskörpern. Außerdem sind solchen Rammmaßnahmen in Abhängigkeit von der jeweiligen lokalen Geologie Grenzen gesetzt. Bei Festgestein, Lehmschichten oder lokalen Felsbrocken im Meeresboden ist die Gründung von Offshore-Windkraftanlagen mit Rammmaßnahmen oftmals sehr schwierig bzw. nicht mehr möglich.

[0004] Demgegenüber liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die ökologischen Belastungen minimiert werden können, bei dem die Abhängigkeit von der lokalen Geologie reduziert ist und mit dem eine Gründung mit hoher Tragfähigkeit realisiert werden kann.

[0005] Zur Lösung dieses technischen Problems lehrt die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Gründung für eine Offshore-Anlage, insbesondere für eine Offshore-Windkraftanlage, wobei ein Bauelement in Form eines rohrförmigen Hohlkörpers mit Hilfe einer Manipulationseinrichtung in einer vertikalen bzw. einer im

Wesentlichen vertikalen Position gehalten wird, wobei das Bauelement dann mit seinem unteren Ende auf den Meeresboden abgesenkt wird,

wobei anschließend an dem unteren Ende des Bauelementes mit einer Bohreinrichtung ein Bohrloch in den Meeresboden gebohrt wird und das Bauelement - entsprechend dem Bohrfortschritt - in dem Bohrloch abgesenkt wird, wobei das Bauelement nach Erreichen seiner Endtiefe in seiner Lage im Bohrloch fixiert wird

und wobei das Bauelement anschließend selbst als Gründungselement oder als Teil eines Gründungskörpers oder als Hohlraumsicherung für ein Gründungselement eingesetzt wird.

[0006] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass es sich bei dem Bauelement um einen rohrförmigen Hohlkörper aus Stahl oder aus Stahlbeton handelt. Vorzugsweise ist das Bauelement bzw. der Hohlkörper zylinderförmig ausgebildet und bevorzugt ist auch der Hohlraum in dem Bauelement zylinderförmig ausgebildet. Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung, dass sich der Hohlraum, vorzugsweise der zylindrische Hohlraum über die gesamte Länge des Bauelementes bzw. über die gesamte Länge des Hohlkörpers erstreckt.

[0007] Dass das Bauelement mit Hilfe der Manipulationseinrichtung in einer vertikalen bzw. in einer im Wesentlichen vertikalen Position gehalten wird, meint im Rahmen der Erfindung, dass die Längsachse des Bauelementes bzw. des rohrförmigen Hohlkörpers vertikal bzw. im Wesentlichen vertikal orientiert ist. - Soweit hier und nachfolgend vom Meer bzw. vom Meeresboden die Rede ist, schließt das die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Süßwassergewässern nicht aus. Insoweit meint Meeresboden also auch beispielsweise den Boden eines Sees oder eines Flusses.

[0008] Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird das erfindungsgemäße Bauelement direkt als Gründungselement eingesetzt. Dazu ist es zweckmäßigerweise als schweres Rohr aus Metall oder Stahlbeton für die dauerhafte Nutzung als Tragwerksteil ausgebildet. Das Bauelement bzw. Gründungselement wird dann um weitere Baukomponenten, beispielsweise einen Windmühlenschaft oder einen Pylon, ergänzt.

[0009] Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird das Bauelement als Teil eines Gründungskörpers eingesetzt und wird dann durch zumindest ein weiteres Gründungselement ergänzt. Bei diesem Gründungselement kann es sich um ein Monopile oder beispielsweise um ein Bein eines Tripods handeln.

[0010] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das in den Meeresboden eingebrachte Bauelement gleichsam als Steckelement für das Gründungselement dient. Das Gründungselement kann vorzugsweise mit einem Schaftabschnitt in das obere Ende des Steckelementes eingebracht werden.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Bauelement als Hohlraumsicherung für die Herstellung eines Gründungselementes eingesetzt. Das Bauelement wird im Rahmen

dieser erfindungsgemäßen Lösung insbesondere gleichsam als verlorene Schalung, Verrohrung oder Ausbruchssicherung eingesetzt.

[0012] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass ein Bauelement zunächst schwimmend zum Einsatzort bzw. Aufstellort transportiert wird. Der Transport kann mit einem Ponton, einem Schiff oder dergleichen erfolgen. Der schwimmende Zustand des Bauelementes wird dabei entweder durch einen selbstschwimmenden rohrförmigen Hohlkörper realisiert oder mit Hilfe von zumindest einem Schwimmtank, der in den rohrförmigen Hohlkörper eingebracht ist oder ihn umklammert. Zweckmäßigerweise wird das Bauelement mit der Maßgabe schwimmend zum Einsatz transportiert, dass seine Längsachse horizontal bzw. im Wesentlichen horizontal orientiert ist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Bauelement zunächst abgesenkt wird bzw. an seinem Einsatzort bzw. Aufstellort abgesenkt wird. Die Absenkung kann bis auf den Meeresboden oder bis zu einer definierten Position darüber erfolgen. Zweckmäßigerweise werden dazu die vorgenannten Schwimmtanks ballastiert bzw. geflutet. Das Bauelement kann hier auch zunächst nur zwischengelagert werden und später aufgestellt bzw. installiert werden oder später zu seinem Einsatzort bzw. Aufstellort transportiert werden. Insoweit sind im Rahmen der Erfindung der Transport des Bauelementes einerseits und die Installation bzw. Verankerung des Bauelementes andererseits voneinander entkoppelt.

[0013] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass für die Installation bzw. für die Verankerung des Bauelementes eine Versetzeinrichtung eingesetzt wird. Bei der Versetzeinrichtung kann es sich insbesondere um eine Hubinsel oder ein Schiff handeln. Zweckmäßigerweise wird das Bauelement in eine vertikale Position bzw. in eine im Wesentlichen vertikale Position überführt, und zwar vorzugsweise mit einer Hebevorrichtung, die bevorzugt an bzw. auf der Versetzeinrichtung angeordnet bzw. fixiert ist. Empfohlenermaßen wird im Übrigen die Versetzeinrichtung mit Hubbeinen auf dem Meeresboden abgestützt und positioniert. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Bauelement in seiner vertikalen Position bzw. im Wesentlichen vertikalen Position von der erfindungsgemäßen Manipulationseinrichtung fixiert bzw. von der erfindungsgemäßen Manipulationseinrichtung eingespannt wird und in der vertikalen Position bzw. in der im Wesentlichen vertikalen Position gehalten wird. Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung, dass die Manipulationseinrichtung an der Versetzeinrichtung angeschlossen bzw. fixiert ist.

[0014] Nach besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird das Bauelement in seiner in Bezug auf seine Höhe h oberen Hälfte, bevorzugt im oberen Viertel von der Manipulationseinrichtung gehalten. Vorzugsweise weist die Manipulationseinrichtung Spannelemente auf, zwischen denen das Bauelement eingespannt wird. Dabei kann es sich um eine Spannschellenkonstruktion handeln. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Bauelement mit der Manipulationsein-

richtung bezüglich seiner vertikalen und horizontalen Position geführt bzw. gehalten wird.

[0015] Zweckmäßigerweise wird das Bauelement zunächst in der Manipulationseinrichtung eingespannt und dann mit Hilfe der Manipulationseinrichtung und der Hebevorrichtung in Richtung Meeresboden bewegt. Vorzugsweise wird anschließend das Bauelement so von der Manipulationseinrichtung gelöst, dass es unter seinem Eigengewicht auf den Meeresboden sinken kann bzw. unter seinem Eigengewicht in den Meeresboden einsinken kann. Empfohlenermaßen wird danach am unteren Ende des Bauelementes mit der Bohreinrichtung das Bohrloch in den Meeresboden gebohrt, wobei dieses Bohrloch zweckmäßigerweise einen größeren Durchmesser bzw. einen etwas größeren Durchmesser als der Außendurchmesser des Bauelementes hat.

[0016] Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Manipulationseinrichtung beim Absenken des Bauelementes in das Bohrloch, das Bauelement in seiner Position haltend, in Richtung Meeresboden nachgeführt. Die Manipulationseinrichtung wird dabei zweckmäßigerweise an zumindest einer Führungsschiene der Versetzeinrichtung vertikal nach unten nachgeführt. Das Nachführen erfolgt dabei bevorzugt so lange, bis das Bauelement seine Endtiefe im Meeresboden erreicht hat. Dass das Bauelement von der Manipulationseinrichtung in seiner Position gehalten wird, meint im Rahmen der Erfindung, dass das Bauelement bezüglich seiner vertikalen und/oder horizontalen Position von der Manipulationseinrichtung gehalten bzw. geführt wird. Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt der Bohrfortschritt taktweise. Das bedeutet, dass zunächst über eine bestimmte Strecke nach unten gebohrt wird, danach das Bauelement mit seinem unteren Ende auf dem Boden des Bohrloches abgesetzt wird und anschließend wiederum über eine bestimmte Strecke weiter gebohrt wird sowie danach das Bauelement mit seinem unteren Ende auf dem Boden des Bohrloches abgesetzt wird und so weiter fort bis zum Erreichen der Endtiefe des Bauelementes. Dabei wird zweckmäßigerweise das Bauelement von der erfindungsgemäßen Manipulationseinrichtung geführt bzw. gehalten.

[0017] Eine sehr bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bohreinrichtung zumindest zum Teil in dem Hohlraum des Bauelementes aufgenommen ist. Zweckmäßigerweise wird die Bohreinrichtung in den Hohlraum des Bauelementes eingeführt und positioniert, wenn das Bauelement auf dem Meeresboden abgesetzt wurde bzw. in den Meeresboden eingesunken ist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass zumindest der Bohrantrieb der Bohreinrichtung sowie gegebenenfalls Kabelzuführungen für diesen Bohrantrieb in dem Hohlraum des Bauelementes angeordnet sind. Bei dem Bohrantrieb kann es sich um einen hydraulischen oder elektromotorischen Bohrantrieb handeln. Zweckmäßigerweise ist die Bohreinrichtung bzw. der Bohrantrieb im Hohlraum des Bauelemen-

tes formschlüssig fixiert.

[0018] Gemäß einer empfohlenen Ausführungsform der Erfindung wird die Bohrlochwandung des voreilen-
den Bohrlochs während des Bohrvorganges hydraulisch
mittels einer Flüssigkeit gestützt. Bei dieser Flüssigkeit
kann es sich um im Hohlraum des Bauelementes und im
Bohrloch vorhandenes Seewasser oder um eine Stütz-
suspension handeln, zum Beispiel um eine Stützsuspen-
sion auf Basis eines Polymers oder auf Basis von Ben-
tonit. Durch diese hydraulische Stützung soll ein Zusammen-
fallen der Bohrlochwandungen verhindert werden.
Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, dass die hydraulische
Stützung durch Flüssigkeit im Hohlraum des Bauelementes
mit einem im Vergleich zum Meeresspiegel
zumindest gleichen oder erhöhten Flüssigkeitsstand realisiert
wird.

[0019] Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet,
dass im Vollschnitt-Verfahren gebohrt wird und dass hierzu
vorzugsweise ein am unteren Ende des Bauelementes
installiertes Schneidrad eingesetzt wird. Das rotierende
Schneidrad löst den Boden im Bohrloch und führt
das gelöste Bodenmaterial zweckmäßigerweise einer
Fördereinrichtung zu. - Eine weitere Ausführungsform
der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass im Teilschnitt-
Verfahren gebohrt wird. Dabei wird zweckmäßigerweise
eine rotierende Schneidwalze mit Besatz aus
Abbauwerkzeugen eingesetzt, die bevorzugt an einem
dreidimensional bewegbaren Arm montiert ist. Auch hier
führt die rotierende Schneidwalze zweckmäßigerweise
das gelöste Bodenmaterial einer Fördereinrichtung zu.

[0020] Nachfolgend werden bevorzugte Verfahrensmaßnahmen
für das erfindungsgemäße Verfahren erläutert. Es liegt
im Rahmen der Erfindung, dass der Bohrvorgang beginnt,
nachdem das Bauelement in die vertikale bzw. im Wesentlichen
vertikale Position gebracht wurde und auf den Meeresboden
abgesenkt wurde. Das Bohrloch wird - entsprechend dem
Durchmesser des Bauelementes - sukzessive in den Meeresboden
getrieben. Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung,
dass das Bauelement dabei mit Hilfe der Manipulationseinrichtung
in seiner Lage gehalten bzw. fixiert wird. Empfohlenermaßen
wird die Bohreinrichtung mittels Pressen vorge-
trieben. Zweckmäßigerweise wird zur gezielten und kontrollierten
Steuerung der Andruckkraft der Bohreinrichtung am unteren
Ende des Bauelementes die Pressensteuerung kraftgesteuert
durchgeführt. Es empfiehlt sich, dass eine Steuerung der
Bohreleinrichtung von einer Steuereinheit der Versetzeinrichtung
aus erfolgt. Wie oben bereits dargelegt, wird das Bauelement
nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung
taktweise nach jedem Bohrhub entsprechend dem Bohrfortschritt
auf dem Boden des Bohrloches abgesenkt. Das erfolgt
zweckmäßigerweise mit Hilfe der Manipulationseinrichtung.
Grundsätzlich liegt es aber auch im Rahmen der Erfindung,
das Bauelement kontinuierlich beim Bohren nachzuführen.

[0021] Eine empfohlene Ausführungsform der Erfindung

ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Bauelement
mit einem äußeren Mantel bzw. Ringmantel und einem
inneren Mantel bzw. Ringmantel eingesetzt wird und
dass zwischen äußerem und innerem Mantel zumindest
eine Hohlkammer angeordnet ist. Das eröffnet die Möglichkeit,
die Hohlkammer bzw. die Hohlkammern zu fluten
und/oder zu lenzen. Zweckmäßigerweise erfolgt das Fluten
und/oder Lenzen über vertikale und/oder horizontale
Schotts. Durch ein gezieltes Fluten und/oder Lenzen der
Hohlkammer bzw. der Hohlkammern kann in vorteilhafter
Weise das Aufrichten des Bauelementes und/oder der
Bohrfortschritt gleichsam im Rahmen einer Auftriebs-
steuerung gesteuert werden.

[0022] Gemäß sehr bevorzugter Ausführungsform der
Erfindung wird das beim Bohrvorgang gelöste Bodenmaterial
durch den Hohlraum des Bauelementes nach oben
abgefördert. Zweckmäßigerweise ist der Hohlraum des
Bauelementes während des Bohrvorganges vollständig
bzw. quasi vollständig mit Flüssigkeit gefüllt, sodass
das gelöste Bodenmaterial hydraulisch abgefördert werden
kann und bevorzugt im Rahmen eines hydraulischen Förder-
kreislaufes abgefördert wird. Zweckmäßigerweise
wird das gelöste Bodenmaterial dann einer Separieranlage
zur Trennung von Flüssigkeit und Bodenmaterial
zugeführt. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass
die Flüssigkeit im Hohlraum des Bauelementes auch zur
hydraulischen Stützung der Bohrlochwände bzw. der
Bohrlochwandung beiträgt.

[0023] Weiterhin wurde bereits darauf hingewiesen,
dass es im Rahmen der Erfindung liegt, dass das Bohrloch
mit Überschnitt im Hinblick auf den Außendurchmesser
des Bauelementes erzeugt wird und dass also der Durchmesser
des Bohrloches größer bzw. etwas größer ist als der
Außendurchmesser des Bauelementes. In den Spalt bzw.
Ringspalt zwischen dem Bauelement und der Bohrlochwandung
kann ein Schmiermittel eingebracht werden. Dadurch kann
die Reibung zwischen dem Mantel des Bauelementes und
der Bohrlochwandung reduziert werden. Gemäß einer
empfohlenen Ausführungsform der Erfindung wird eine
Bentonitsuspension als Schmiermittel eingesetzt.

[0024] Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform
der Erfindung wird ein Schmiermittel in den Spalt bzw.
Ringspalt zwischen dem Bauelement und der Bohrlochwandung
eingebracht, das beim Bohrvorgang flüssig bzw. zähflüssig
ist und nach Beendigung des Bohrvorganges aushärtet
(1-Phasen-Lösung). Bei diesem Schmiermittel handelt es
sich vorzugsweise um eine Mörtelsuspension.

[0025] Wird kein Schmiermittel oder ein nicht abbin-
dendes Schmiermittel wie zum Beispiel eine Bentonit-
suspension eingesetzt, liegt es im Rahmen der Erfindung,
dass der Spalt bzw. Ringspalt zwischen dem Bauelement
und der Bohrlochwandung nach Abschluss des Bohrvorganges
mit einem Verfüllmaterial, vorzugsweise mit einem
hydraulisch abbindenden Verfüllmaterial verpresst wird.
Zweckmäßigerweise wird die Bentonitsuspension nach
Erreichen der Endtiefe des Bauelementes

aus dem Ringspalt wieder entfernt. Dazu wird vorzugsweise über den Hohlraum des Bauelementes Mörtel in den Ringspalt eingepresst, der die Bentonitsuspension verdrängt. Nach einer empfohlenen Ausführungsform ist am oberen Ende des Ringspaltes ein Auffangring zum Auffangen der Bentonitsuspension vorgesehen, damit diese nicht ins Meerwasser austritt.

[0026] Eine sehr bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass nach Abschluss des Bohrvorganges zumindest ein Teil der Komponenten der Bohreinrichtung zurückgebaut wird und insbesondere zumindest ein Teil von im Hohlraum des Bauelementes aufgenommenen Komponenten der Bohreinrichtung zurückgebaut wird. Zweckmäßigerweise wird zumindest der Bohrantrieb wieder aus dem Hohlraum des Bauelementes entfernt und nach besonders bevorzugter Ausführungsform auch der Bohrkopf bzw. die Bohrwerkzeuge. Ein vollständiger Rückbau der Komponenten der Bohreinrichtung ist im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt. Die Bohreinrichtung bzw. die Komponenten der Bohreinrichtung können dann in vorteilhafter Weise wiederverwendet werden.

[0027] Nach Beendigung des Bohrvorganges wird das Bauelement empfehlenermaßen in seiner Lage im Bohrloch fixiert. Dazu dient insbesondere der vorstehend genannte Mörtel bzw. das vorstehend genannte Verfüllmaterial im Spalt bzw. Ringspalt zwischen dem Bauelement und der Bohrlochwandung. - Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird das Bauelement zusätzlich mit Hilfe von Verpressankern fixiert, die durch Öffnungen in dem rohrförmigen Hohlkörper in den umgebenden unterseeischen Baugrund getrieben werden. Diese Verpressanker verbessern die Lasteinleitung in den Baugrund und erhöhen die Belastbarkeit des rohrförmigen Hohlkörpers bzw. des Bauelementes.

[0028] Schließlich, vorzugsweise nach dem Rückbau zumindest eines Teils der Komponenten der Bohreinrichtung, wird das Bauelement selbst als Gründungselement eingesetzt. Zweckmäßigerweise ist es dazu als schweres Rohr aus Metal oder Stahl-/Spannbeton für die dauerhafte Nutzung als Tragwerksteil ausgebildet. Das Bauelement bzw. Gründungselement wird dann um weitere Bauelemente, beispielsweise einen Windmühlenschacht oder einen Pylon, ergänzt.

[0029] Nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung wird das Bauelement als Teil eines Gründungskörpers eingesetzt. Zweckmäßigerweise wird dann ein Gründungselement in den Hohlraum bzw. in das obere Ende des als primäres Gründungselement verwendeten Bauelementes eingebracht und in dieser Position fixiert. Die Fixierung wird vorzugsweise mit einem Bindemittel verwirklicht. Das Bauelement kann bei dieser zweiten Ausführungsform leichter und/oder kürzer ausgebildet sein als bei der vorstehend erläuterten ersten Ausführungsform. Das Bauelement ist aber zweckmäßigerweise ebenfalls ein schweres Rohr aus Metall oder Stahl-/Spannbeton. Es empfiehlt sich, dass das Gründungselement als Bauteil aus Stahl, Stahlbeton und/oder Spann-

beton ausgeführt ist. Dabei kann das Gründungselement entweder monolithisch oder aus einzelnen vorgefertigten und verbundenen Ringelementen ausgebildet sein.

[0030] Nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung dient das Bauelement als Hohlraumsicherung bzw. Dübel für ein Gründungselement. Das Gründungselement wird dabei in den Hohlraum des Bauelementes eingebracht und dort fixiert. Vorzugsweise wird die Fixierung auch hier mit einem Bindemittel verwirklicht. Bei dieser Ausführungsform kann das Bauelement bzw. der Hohlkörper wesentlich leichter ausgebildet werden als bei den beiden zuvor beschriebenen Ausführungsformen. Das Gründungselement ist auch hier zweckmäßigerweise als Bauteil aus Stahl, Stahlbeton oder Spannbeton monolithisch ausgebildet oder aus einzelnen vorgefertigten Elementen zusammengesetzt ausgeführt.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann nach der Installation bzw. Verankerung des Bauelementes der Hohlraum des Bauelementes zumindest im unteren Teil mit dem gelösten Bodenmaterial bzw. Bohrgut ausgefüllt werden. Dadurch wird eine verbesserte Stabilität des Gründungskörpers gewährleistet und im Übrigen eine umweltgerechte Wiederverwendung des gelösten Bodenmaterials realisiert.

[0032] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Gründung von Offshore-Anlagen erzeugt werden kann, wobei die ökologischen Belastungen und insbesondere unerwünschte Schallemissionen gegenüber den bekannten eingangs beschriebenen Maßnahmen beachtlich minimiert werden. Auch ist das erfindungsgemäße Verfahren von lokalen geologischen Verhältnissen weitgehend unabhängig. Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Gründung zeichnet sich durch eine überraschend hohe Tragfähigkeit aus und zwar bei gleichzeitiger Reduzierung der Massen und Gewichte der in einem Arbeitsschritt einzubauenden Komponenten. Damit werden die bislang bestehenden Einschränkungen für die Größe von Offshore-Anlagen überwunden. Es ist auch darauf hinzuweisen, dass das erfindungsgemäße Verfahren mit relativ einfachen und wenig aufwendigen Maßnahmen arbeitet und somit verhältnismäßig kostengünstig realisiert werden kann.

[0033] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- | | |
|---------|---|
| Figur 1 | eine erste Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens, |
| Figur 2 | eine zweite Phase des Verfahrens, |
| Figur 3 | eine dritte Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens, |
| Figur 4 | eine vierte Phase, |

- Figur 5 eine fünfte Phase,
- Figur 6 eine sechste Phase des Verfahrens,
- Figur 7a,b,c drei Ausführungsformen einer siebten Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens mit mehreren drei Teilphasen,
- Figur 8 eine Draufsicht auf ein Bauelement mit daran fixierter Manipulationseinrichtung in Form einer Spannschellenkonstruktion und
- Figur 9 einen Schnitt durch eine Ausführungsform eines Bauelementes mit innenseitig angeordneter Bohreinrichtung für das erfindungsgemäße Verfahren.

[0034] Die Figuren verdeutlichen das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Gründung für eine Offshore-Anlage, und zwar im Ausführungsbeispiel nach den Figuren für eine Offshore-Windkraftanlage.

[0035] In der in Figur 1 dargestellten ersten Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Bauelement 1 in Form eines rohrförmigen Hohlkörpers vorzugsweise zunächst schwimmend transportiert. Die schwimmende Position des Bauelementes 1 ist in der Figur 1 strichpunktiert dargestellt. Im Ausführungsbeispiel ist das Bauelement 1 als selbstschwimmender Hohlkörper ausgebildet und zwar mit im Inneren des rohrförmigen Hohlkörpers angebrachten, nicht näher dargestellten Schwimm tanks. Der Transport erfolgt im Ausführungsbeispiel im Übrigen mit zwei Schleppern 2. Es empfiehlt sich, dass das Bauelement 1 anschließend auf den Meeresboden 3 abgesenkt wird (in Figur 1 ausgezogen gezeichnet). Dazu werden zweckmäßigerweise die Schwimm tanks im Innern des Bauelementes 1 ballastiert. In dem auf den Meeresboden 3 abgesenkten Zustand kann das Bauelement 1 nach einer Ausführungsform zunächst zwischengelagert werden und erst zu einem späteren Zeitpunkt im Meeresboden verankert werden. Nach einer anderen Ausführungsform und im Ausführungsbeispiel wird das Bauelement 1 unmittelbar nach dem Absenken installiert.

[0036] Dazu wird gemäß der in Figur 2 dargestellten zweiten Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Versetzeinrichtung in Form einer Hubinsel 4 zum Installationsort des Bauelementes 1 überführt. Die Hubinsel 4 hat eine relativ zu Hubbeinen 5 in vertikaler Richtung bewegbare Hubinselpattform 6. Das auf dem Meeresboden 3 liegende Bauelement 1 wird dann an eine auf der Hubinsel 4 angeordnete Hebevorrichtung 7 angeschlossen.

[0037] Gemäß der in Figur 3 dargestellten dritten Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Bauelement 1 mit der Hebevorrichtung 7 in eine vertikale Position überführt. Das in der vertikalen Position befindliche Bauelement 1 wird anschließend in eine Manipulations-

einrichtung 8 der Hubinsel 4 eingespannt. In der Figur 8 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Manipulationseinrichtung 8 dargestellt. Hier weist die Manipulationseinrichtung 8 eine Spannschellenkonstruktion mit Spannschellen 9 zum Einspannen des Bauelementes 1 auf. In der Figur 8 ist auch deutlich erkennbar, dass im Ausführungsbeispiel und nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung das Bauelement 1 einen kreisförmigen Querschnitt aufweist und somit zylinderförmig ausgebildet ist. Das Einspannen des Bauelementes 1 in der Manipulationseinrichtung 8 erfolgt bevorzugt und im Ausführungsbeispiel (Figur 3) am oberen Ende des Bauelementes 1.

[0038] Die Figur 4 zeigt die vierte Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hier wird das Bauelement 1 mit der an zumindest einer Führungsschiene 10 der Hubinsel 4 vertikal verfahrbaren Manipulationseinrichtung 8 zum Meeresboden 3 hingeführt. Mit andern Worten wird das untere Ende des Bauelementes 1 auf dem Meeresboden 3 abgestellt. Dabei kann nach einer Ausführungsform der Erfindung kurz vor Erreichen des Meeresbodens 3 das Bauelement 1 in der Manipulationseinrichtung 8 mit der Maßgabe gelöst werden, dass das Bauelement 1 unter seinem Eigengewicht vertikal nach unten zum Meeresboden 3 sinkt und gegebenenfalls in den Meeresboden 3 einsinkt. Anschließend erfolgt das Bohren des Bohrloches 11 für das Einbringen des Bauelementes 1 in den Meeresboden 3 mit einer Bohreinrichtung 12. Eine bevorzugte Ausführungsform dieser Bohreinrichtung 12 ist in der Figur 9 schematisch dargestellt. Darauf wird weiter unten noch eingegangen.

[0039] Das Bohrloch 11 wird sukzessive entsprechend dem Durchmesser des Bauelementes 1 in den Meeresboden 3 gebohrt. Dabei wird das Bauelement 1 mit Hilfe der an der Führungsschiene 10 vertikal verfahrbaren Manipulationseinrichtung 8 nachgeführt. Das Bauelement 1 wird zweckmäßigerweise sowohl bezüglich der horizontalen Richtung als auch bezüglich der vertikalen Richtung von der Manipulationseinrichtung 8 geführt bzw. gehalten. In der in Figur 5 dargestellten fünften Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde bereits die Endtiefe des Bauelementes 1 erreicht und die Manipulationseinrichtung 8 ist in dieser Phase noch am oberen Ende des Bauelementes 1 angeschlossen.

[0040] Gemäß der in Figur 6 dargestellten sechsten Phase wird die Führungsschiene 10 mit der am unteren Ende der Führungsschiene 10 angeordneten Manipulationseinrichtung 8 nach oben verfahren. - Das Bohrloch 11 wird im Übrigen mit Überschnitt gebohrt, sodass der Durchmesser des Bohrloches 11 etwas größer ist als der Außendurchmesser des Bauelementes 1. Der dabei resultierende Rinspalt 13 zwischen dem Bauelement 1 und der Bohrlochwandung wird nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mit einem Schmiermittel, das beim Bohrvorgang flüssig bis zähflüssig ist und nach Beendigung des Bohrvorgangs aushärtet, verpresst.

[0041] Die Figuren 7a, 7b und 7c zeigen jeweils Teilphasen für drei unterschiedliche Ausführungsformen des

erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0042] Bei der Ausführungsform gemäß Figur 7a ist zunächst das Bauelement 1 entsprechend den vorab beschriebenen Phasen eingebracht worden. Es ist in diesem Fall so lang, dass es über dem Meeresspiegel 25 hinausragt. Daher ist die Anordnung eines weiteren Gründungselementes nicht erforderlich und der Verbindungsabschnitt 17 (Transition Piece) kann in der zweiten Teilphase direkt auf das Bauelement 1 aufgesetzt, ausgerichtet und fixiert werden. In der dritten Teilphase der

[0043] Die Figur 7b zeigt vier Teilphasen einer weiteren Vorgehensweise. Dabei wird das Bauelement 1 als Steckelement für das Gründungselement eingesetzt. Es wird ein Gründungselement in Form eines Monopiles 15 in das obere Ende des Bauelementes 1 eingebracht. Dabei greift der Monopile 15 mit einem unteren Schaftabschnitt 16 in das hohle obere Ende des Bauelementes 1 ein. Der Monopile 15 wird zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Bindemittels an dem Bauelement 1 fixiert. Daraufhin wird in der dritten Teilphase der Figur 7b ein Verbindungsabschnitt 17 auf den Monopile 15 aufgesetzt, ausgerichtet und an diesem fixiert. In der vierten Teilphase der Figur 7b wird dann der Mast 18 sowie die übrigen Komponenten der Windkraftanlage, wie Rotor 19 etc. auf den Verbindungsabschnitt 17 aufgebracht.

[0044] Bei der Ausführungsform nach Figur 7c wird das Bauelement 1 als verlorene Schalung genutzt. In der zweiten Teilphase wird ein Gründungselement in Form eines Monopiles 15 in den Hohlraum des Bauelementes 1 eingebracht und fixiert. In der dritten Teilphase wird der Verbindungsabschnitt 17 auf den Monopile 15 aufgesetzt, ausgerichtet und fixiert. In der vierten Teilphase werden dann der Mast 18 sowie die übrigen Komponenten der Windkraftanlage, wie Rotor 19 etc. wie vorstehend beschrieben auf den Verbindungsabschnitt 17 aufgebracht.

[0045] Bei einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform, basierend auf der Ausführungsform nach Figur 7c, wird auf die Verwendung des Verbindungsabschnittes 17 (Transition Piece) verzichtet. Dieser Verbindungsabschnitt 17 dient in erster Linie dazu, Lageungenauigkeiten des Gründungskörpers auszugleichen. Er wird auf dem Gründungskörper so ausgerichtet und fixiert, dass der daran anschließende Mast exakt in Soll-Lage, insbesondere bezüglich seiner vertikalen Ausrichtung, montiert werden kann. Wird der Gründungskörper wie zuvor beschrieben in einen zuvor hergestellten Hohlraum eingesetzt, kann er selbst exakt ausgerichtet werden. Der Mast kann dann direkt an den mit einem entsprechenden oberen Ende ausgerüsteten Gründungskörper montiert werden. Die Verwendung eines separaten Verbindungsabschnittes 17 (Transition Piece) ist nicht erforderlich. Das "Transition Piece" ist sozusagen in den Gründungskörper integriert.

[0046] Die Figur 9 veranschaulicht eine mögliche Aus-

führungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hier ist der größte Teil der Komponenten der Bohreinrichtung 12 in dem Hohlraum 20 des Bauelementes 1 aufgenommen. So ist insbesondere der Bohrantrieb 21 der Bohreinrichtung 12 in diesem Hohlraum 20 angeordnet. Lediglich der Bohrkopf 22 ragt aus dem unteren Ende des Bauelementes 1 in das Bohrloch 11. Der Bohrkopf 22 mag hier ein nicht näher dargestelltes Schneidrad für ein Bohren im Vollschnitt-Verfahren aufweisen. Durch das rotierende Schneidrad wird Bodenmaterial im Bohrloch 11 gelöst und anschließend abgeführt. Eine weitere nicht dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht den Bodenabbau im Teilschnittverfahren vor. Dabei erfolgt der Abbauvorgang mit einer an einem beweglichen Arm rotierenden und mit Abbaup Werkzeugen bestückten Schneid/- Schrämmwalze. Nach besonders bevorzugter Ausführungsform und passend zu beiden vorab beschriebenen Verfahrensvarianten wird das beim Bohrvorgang gelöste Bodenmaterial durch den Hohlraum 20 des Bauelementes 1 nach oben abgeführt. In der Figur 9 ist die entsprechende Förderleitung 23 schematisch dargestellt.

[0047] Figur 9 zeigt weiterhin, dass der Hohlraum 20 des Bauelementes 1 mit Flüssigkeit 24 gefüllt ist. Dabei füllt die Flüssigkeit 24 den Hohlraum 20 mit einem im Vergleich zum Meeresspiegel 25 erhöhten Flüssigkeitsstand. Dadurch werden die Wandungen des Bohrloches 11 hydraulisch gestützt, um einen Zusammenfall der Bohrlochwandungen zu verhindern. Mit Hilfe der Flüssigkeit 24 kann das beim Bohren gelöste Bodenmaterial im Übrigen hydraulisch über die Förderleitung 23 abgeführt werden, und zwar vorzugsweise im Rahmen eines in der Figur 9 nicht näher dargestellten hydraulischen Förderkreislaufes. Nach Beendigung des Bohrvorganges wird vorzugsweise die gesamte Bohreinrichtung 12 mit Förderleitung 23 zurückgebaut bzw. über den Hohlraum 20 aus dem Bauelement 1 entfernt. Bei der Flüssigkeit 24 kann es sich im Übrigen um eine Stützsuspension handeln. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die im Ringspalt 13 zwischen Bauelement 1 und Bohrlochwandung verbleibende Stützsuspension entfernt wird, sofern sie nicht aushärtend ist (1-Phasen-Lösung). Dazu wird in nicht näher dargestellter Weise bevorzugt Mörtel über den Hohlraum 20 des Bauelementes 1 von unten in den Ringspalt 13 eingepresst. Die Stützsuspension auf Basis von Bentonit wird dann nach oben verdrängt und bevorzugt mit einem über dem Ringspalt 13 angeordneten Auffangring 26 aufgefangen und entfernt. Der Mörtel erhärtet im Ringspalt 13 und fixiert das Bauelement 1 so in seiner Lage.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Gründung für eine Offshore-Anlage, insbesondere für eine Offshore-Windkraftanlage, wobei ein Bauelement (1) in Form eines rohrförmigen

- gen Hohlkörpers aus einer schwimmenden Position mit horizontal orientierter Längsachse bzw. mit im Wesentlichen horizontal orientierter Längsachse abgesenkt wird, wobei die Absenkung bis auf den Meeresboden (3) oder bis zu einer definierten Position darüber erfolgt,
- wobei das Bauelement in eine vertikale Position bzw. in eine im Wesentlichen vertikale Position überführt wird und wobei das Bauelement (1) mit Hilfe einer Manipulationseinrichtung (8) in der vertikalen bzw. in der im Wesentlichen vertikalen Position gehalten wird,
- wobei das Bauelement (1) dann mit seinem unteren Ende auf den Meeresboden (3) abgesenkt wird, wobei anschließend an dem unteren Ende des Bauelementes (1) mit einer Bohreinrichtung (12) ein Bohrloch (11) in den Meeresboden (3) gebohrt wird und das Bauelement (1) - entsprechend dem Bohrschritt - in dem Bohrloch (11) abgesenkt wird und wobei das Bauelement (1) nach Erreichen seiner Endtiefe im Bohrloch (11) fixiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Bauelement (1) schwimmend zum Einsatzort bzw. Installationsort transportiert wird.
 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Manipulationseinrichtung (8) an einer Versetzeinrichtung angeschlossen bzw. angeordnet ist und wobei die Versetzeinrichtung vorzugsweise mit Hubbeinen (5) auf dem Meeresboden (3) abgestützt und positioniert wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Bauelement (1) in seiner in Bezug auf seine Höhe (h) oberen Hälfte, vorzugsweise im oberen Viertel von der Manipulationseinrichtung (8) gehalten wird und wobei die Manipulationseinrichtung (8) bevorzugt Spannelemente aufweist, zwischen denen das Bauelement (1) eingespannt wird.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Manipulationseinrichtung (8) beim Absenken des Bauelement (1) in das Bohrloch (11), das Bauelement (1) in seiner Position haltend, in Richtung Meeresboden (3) nachgeführt wird.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Bohreinrichtung (12) zumindest zum Teil in dem Hohlraum (20) des Bauelementes (1) aufgenommen ist.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Wandungen des Bohrloches (11) hydraulisch gestützt werden, beispielsweise durch Einsatz einer im Bohrloch (11) bzw. im Hohlraum (20) des Gründungselementes (1) angeordneten Stützsuspension oder durch Seewasser.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei im Vollschnitt-Verfahren gebohrt wird und wobei hierzu vorzugsweise ein am unteren Ende des Bauelementes (1) installiertes Schneidrad eingesetzt wird.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei im Teilschnitt-Verfahren gebohrt wird und wobei hierzu vorzugsweise eine an einem Schwenkarm rotierende Schrämwalze oder ähnliches eingesetzt wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das beim Bohrvorgang gelöste Bodenmaterial durch den Hohlraum (20) des Bauelementes (1) nach oben abgeführt wird.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei ein Bauelement (1) mit einem äußeren Mantel und einem inneren Mantel eingesetzt wird und wobei zwischen äußerem und innerem Mantel zumindest eine Hohlkammer angeordnet ist, die geflutet und/oder gelenzt werden kann.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei in den Spalt bzw. Ringspalt (13) zwischen dem Bauelement (1) und der Bohrlochwandung ein Schmiermittel eingebracht wird.
 13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei ein Schmiermittel eingesetzt wird, das beim Bohrvorgang flüssig bzw. zähflüssig ist und nach Beendigung des Bohrvorganges aushärtet.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Spalt bzw. Ringspalt (13) zwischen dem Bauelement (1) und der Bohrlochwandung nach Abschluss des Bohrvorganges mit einem Verfüllmaterial, vorzugsweise mit einem hydraulisch abbindenden Verfüllmaterial verpresst wird.
 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei nach Abschluss des Bohrvorganges zumindest ein Teil der Komponenten der Bohreinrichtung (12) zurückgebaut wird und insbesondere zumindest ein Teil von im Hohlraum (20) des Bauelementes (1) aufgenommenen Komponenten der Bohreinrichtung (12) zurückgebaut wird.
 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Bauelement (1) als primäres Gründungselement eingesetzt wird und wobei ein Sekundär-Gründungselement in das obere Ende des Bauelementes (1) eingebracht wird und in dieser Position am Bauelement (1) fixiert wird.
 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Bauelement (1) als Hohlraumsicherung für ein

Gründungselement eingesetzt wird und wobei das Gründungselement in den Hohlraum des Bauelementes (1) eingeführt wird.

Claims

1. A method for producing a foundation for an offshore installation, particularly for an offshore wind power installation, wherein a component (1) in the form of a tubular hollow body is sunk from a floating position with a horizontally orientated longitudinal axis or with an essentially horizontally orientated longitudinal axis, wherein the sinking takes place as far as the seabed (3) or to a defined position thereabove, wherein the component is transferred into a vertical position or into an essentially vertical position and wherein the component (1) is held in the vertical or in the essentially vertical position with the aid of a manipulation apparatus (8), wherein the component (1) is then sunk by means of its lower end onto the seabed (3), wherein subsequently, a drill hole (11) is drilled into the seabed (3) at the lower end of the component (1) using a drilling apparatus (12) and the component (1) is sunk in the drill hole (11) in accordance with the drilling progress and wherein the component (1) is fixed in the drill hole (11) after reaching its final depth.
2. The method according to Claim 1, wherein a component (1) is transported to the assembly location or installation location in a floating manner.
3. The method according to one of Claims 1 to 2, wherein the manipulation apparatus (8) is attached or arranged on a transfer apparatus and wherein the transfer apparatus is preferably supported and positioned on the seabed (3) using lifting legs (5).
4. The method according to one of Claims 1 to 3, wherein the component (1) is held by the manipulation apparatus (8) in its upper half with respect to its height (h), preferably in the upper quarter and wherein the manipulation apparatus (8) preferably has clamping elements, between which the component (1) is clamped.
5. The method according to one of Claims 1 to 4, wherein the manipulation apparatus (8) is tracked in the direction of the seabed (3) during the sinking of the component (1) into the drill hole (11), holding the component (1) in its position.
6. The method according to one of Claims 1 to 5, wherein the drilling apparatus (12) is accommodated at least to some extent in the cavity (20) of the component (1).
7. The method according to one of Claims 1 to 6, wherein the walls of the drill hole (11) are hydraulically supported, for example by using a support suspension arranged in the drill hole (11) or in the cavity (20) of the foundation element (1) or by means of seawater.
8. The method according to one of Claims 1 to 7, wherein drilling is carried out using a full-face method and wherein a cutting wheel installed at the lower end of the component (1) is preferably used to this end.
9. The method according to one of Claims 1 to 7, wherein drilling is carried out using a partial-face method and wherein a cutting drum rotating on a pivot arm or the like is preferably used to this end.
10. The method according to one of Claims 1 to 9, wherein the bed material released during the drilling procedure is conveyed away upwards through the cavity (20) of the component (1).
11. The method according to one of Claims 1 to 10, wherein a component (1) with an outer shell and an inner shell is used and wherein at least one hollow chamber is arranged between outer and inner shells, which can be flooded or drained.
12. The method according to one of Claims 1 to 11, wherein a lubricant is introduced into the gap or annular gap (13) between the component (1) and the drill hole wall.
13. The method according to Claim 12, wherein a lubricant is used, which is fluid or viscous during the drilling procedure and hardens after the finishing of the drilling procedure.
14. The method according to one of Claims 1 to 12, wherein the gap or annular gap (13) between the component (1) and the drill hole wall is injected with a fill material, preferably with a hydraulically curable fill material after the completion of the drilling procedure.
15. The method according to one of Claims 1 to 14, wherein after the completion of the drilling procedure, at least a portion of the components of the drilling apparatus (12) is dismantled and in particular at least a portion of the components of the drilling apparatus (12) accommodated in the cavity (20) of the component (1) is dismantled.
16. The method according to one of Claims 1 to 15, wherein the component (1) is used as primary foundation element and wherein a secondary foundation element is introduced into the upper end of the component (1).

ponent (1) and is fixed in this position on the component (1).

17. The method according to one of Claims 1 to 15, wherein the component (1) is used as a cavity securing device for a foundation element and wherein the foundation element is introduced into the cavity of the component (1).

Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'une fondation pour une installation offshore, en particulier pour une turbine éolienne offshore, dans lequel un élément de construction (1) sous forme d'un corps creux tubulaire est abaissé d'une position flottante avec un axe longitudinal orienté horizontalement ou avec un axe longitudinal orienté sensiblement horizontalement, l'abaissement jusqu'au fond marin (3) ou jusqu'à une position définie s'effectuant par ce biais, dans lequel on fait passer l'élément de construction dans une position verticale ou dans une position sensiblement verticale et l'élément de construction (1) étant maintenu à l'aide d'un dispositif de manipulation (8) dans la position verticale ou dans la position sensiblement verticale, dans lequel on abaisse ensuite l'élément de construction (1) avec son extrémité inférieure sur le fond marin (3), un trou foré (11) étant ensuite foré dans le fond marin (3) avec un dispositif de forage (12) à l'extrémité inférieure de l'élément de construction (1), et l'élément de construction (1) étant abaissé dans le trou de forage (11) de manière correspondante à la progression du forage et dans lequel l'élément de construction (1) est fixé après avoir atteint sa profondeur finale dans le trou de forage (11).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel un élément de construction (1) est transporté de manière flottante jusqu'au lieu d'utilisation ou lieu d'installation.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le dispositif de manipulation (8) est raccordé à un dispositif de déplacement ou disposé sur celui-ci, et le dispositif de déplacement étant de préférence en appui, et positionné, à l'aide de jambes de levage (5), sur le fond marin (3).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'élément de construction (1) est tenu au niveau de sa moitié supérieure compte tenu de sa hauteur (h), de préférence au niveau du quart supérieur, par le dispositif de manipulation (8), et le dispositif de manipulation (8) présentant de préférence des

éléments de serrage entre lesquels l'élément de construction (1) est monté.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel, lors de l'abaissement de l'élément de construction (1) dans le trou de forage (11), en maintenant l'élément de construction (1) dans sa position, le dispositif de manipulation (8) est ravané en direction du fond marin (3).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le dispositif de forage (12) est accueilli au moins partiellement dans l'espace creux (20) de l'élément de construction (1).
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les parois du trou de forage (11) sont soutenues hydrauliquement, par exemple grâce à l'utilisation de matériaux de suspension de support disposés dans le trou de forage (11) ou l'espace creux (20) de l'élément de fondation (1) ou grâce à de l'eau de mer.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le forage est effectué selon le procédé de coupe en section pleine, et un couteau circulaire mis en place à l'extrémité inférieure de l'élément de construction (1) étant de préférence utilisé à cet effet.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le forage est effectué selon le procédé de coupe en section partielle, et un tambour de havage ou similaire en rotation sur un bras de pivotement étant de préférence utilisé à cet effet.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le matériau du fond détaché lors du processus de forage est évacué vers le haut à travers l'espace creux (20) de l'élément de construction (1).
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel un élément de construction (1) est utilisé avec une enveloppe extérieure et une enveloppe intérieure, et au moins une chambre creuse étant disposée entre les enveloppes extérieure et intérieure, laquelle peut être noyée ou pompée.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel un lubrifiant est introduit dans la fente ou la fente annulaire (13) entre l'élément de construction (1) et la paroi du trou de forage.
13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel on utilise un lubrifiant, lequel est liquide ou visqueux lors du processus de forage et durci une fois le processus de forage terminé.
14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, dans

lequel la fente ou la fente annulaire (13) entre l'élément de construction (1) et la paroi du trou de forage, une fois le processus de forage terminé, est soumise à une injection avec un matériau de garnissage, de préférence avec un matériau de garnissage à prise hydraulique. 5

15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel, une fois le processus de forage terminé, au moins une partie des composants du dispositif de forage (12) est démantelée et en particulier au moins une partie des composants du dispositif de forage (12) réceptionnée dans l'espace creux (20) de l'élément de construction (1) étant démantelée. 10

16. Procédé selon l'une des revendications 1 à 15, dans lequel l'élément de construction (1) est utilisé en tant qu'élément de fondation primaire, et un élément de fondation secondaire étant introduit dans l'extrémité supérieure de l'élément de construction (1) et étant fixé dans cette position sur l'élément de construction (1). 15 20

17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 15, dans lequel l'élément de construction (1) est utilisé en tant que sécurisation d'espace creux pour un élément de fondation, et l'élément de fondation étant introduit dans l'espace creux de l'élément de construction (1). 25

30

35

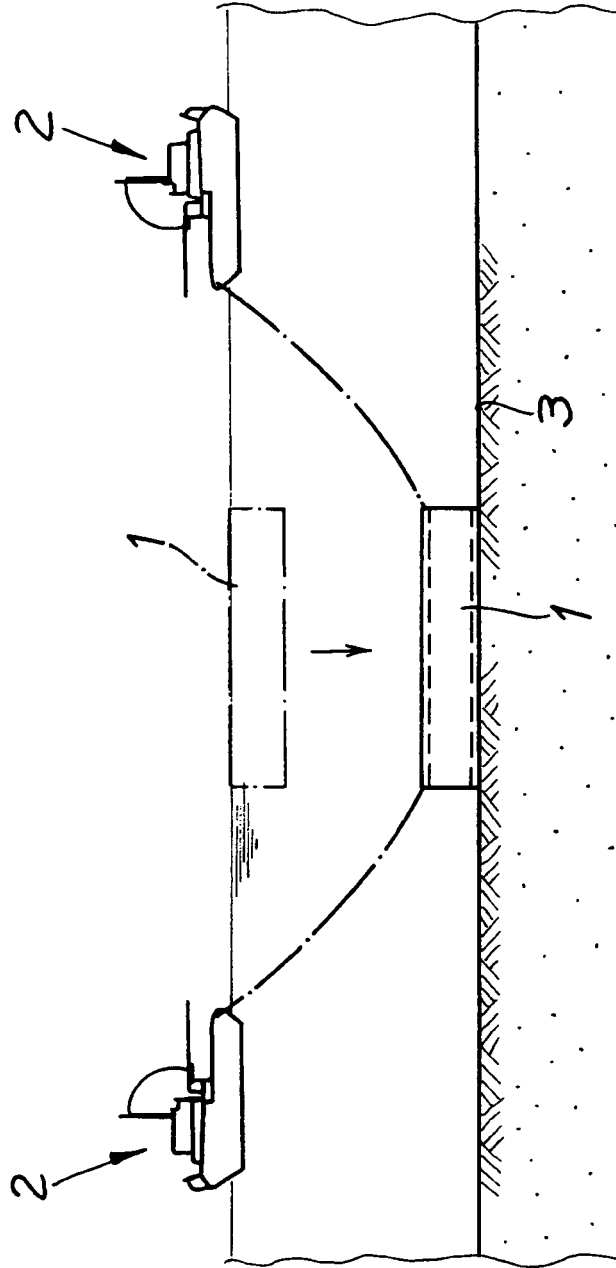
40

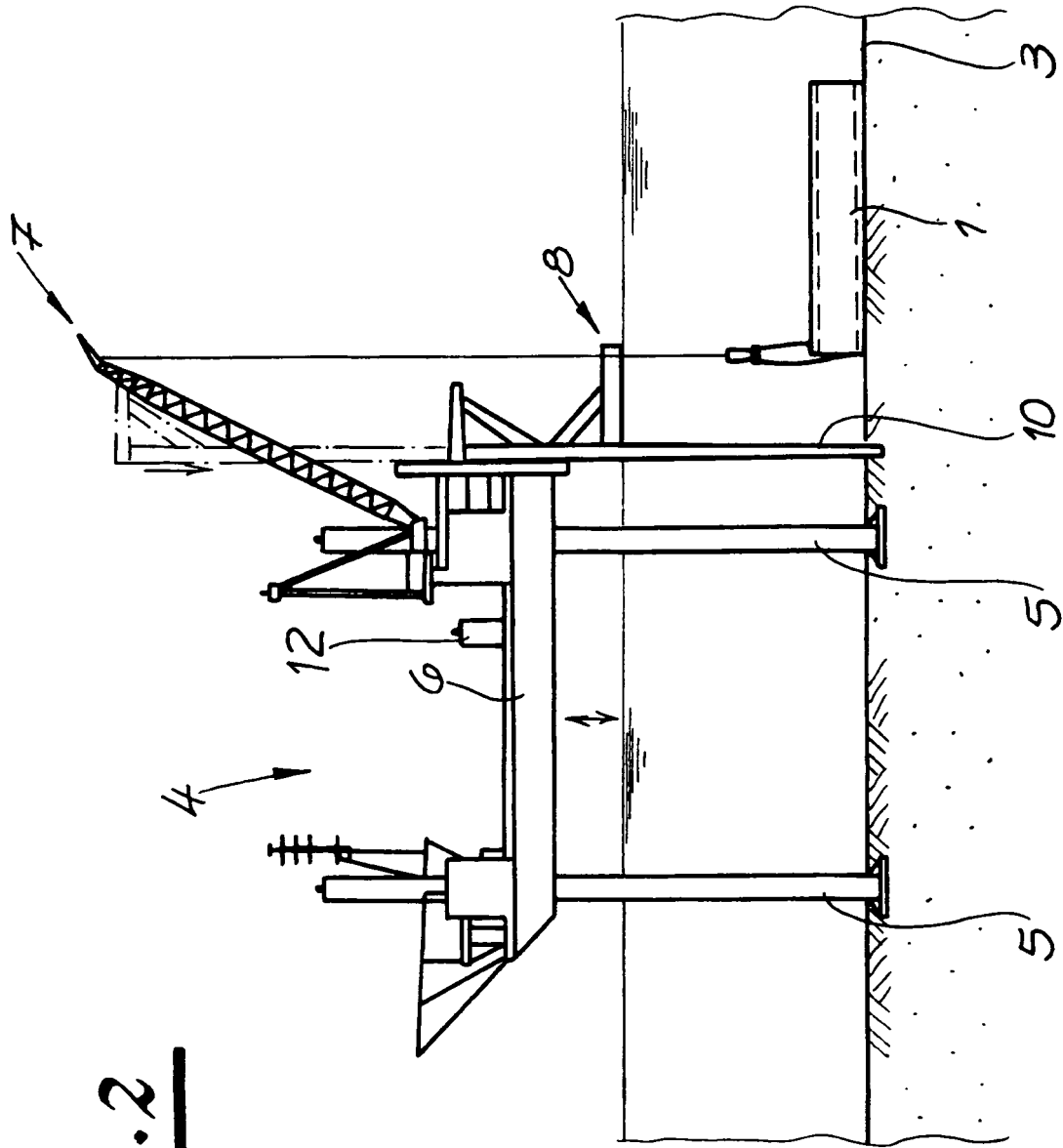
45

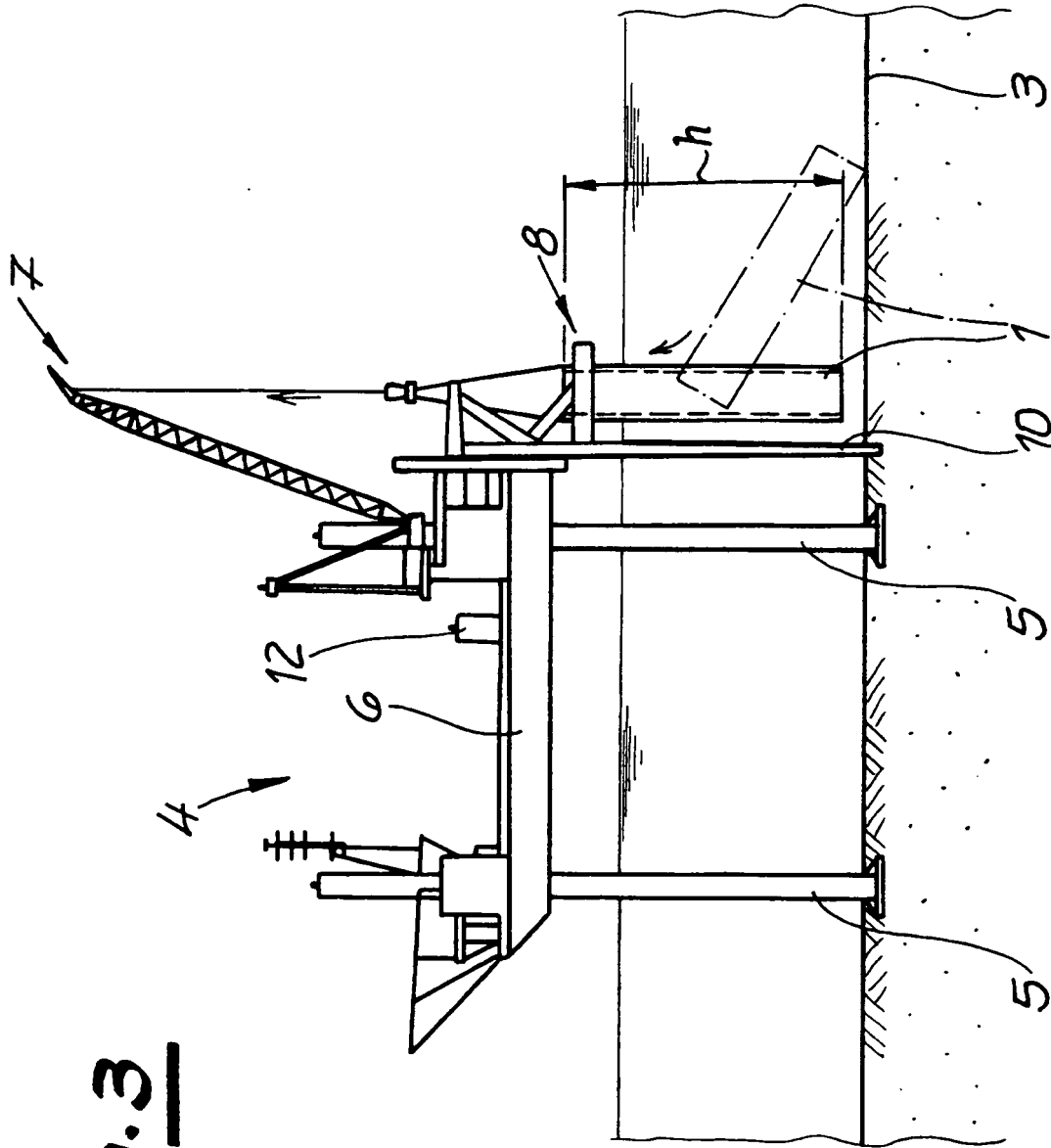
50

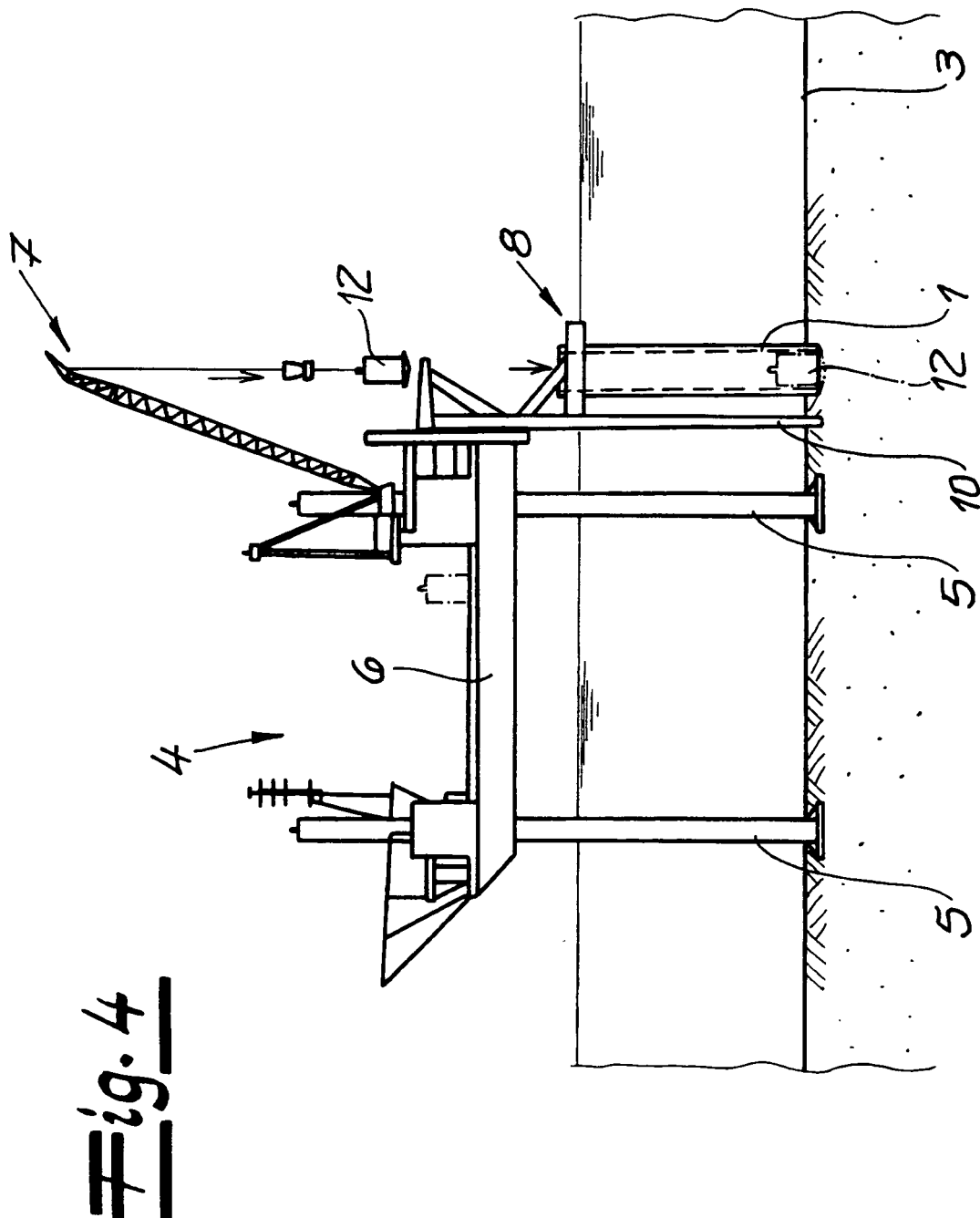
55

Fig. 1









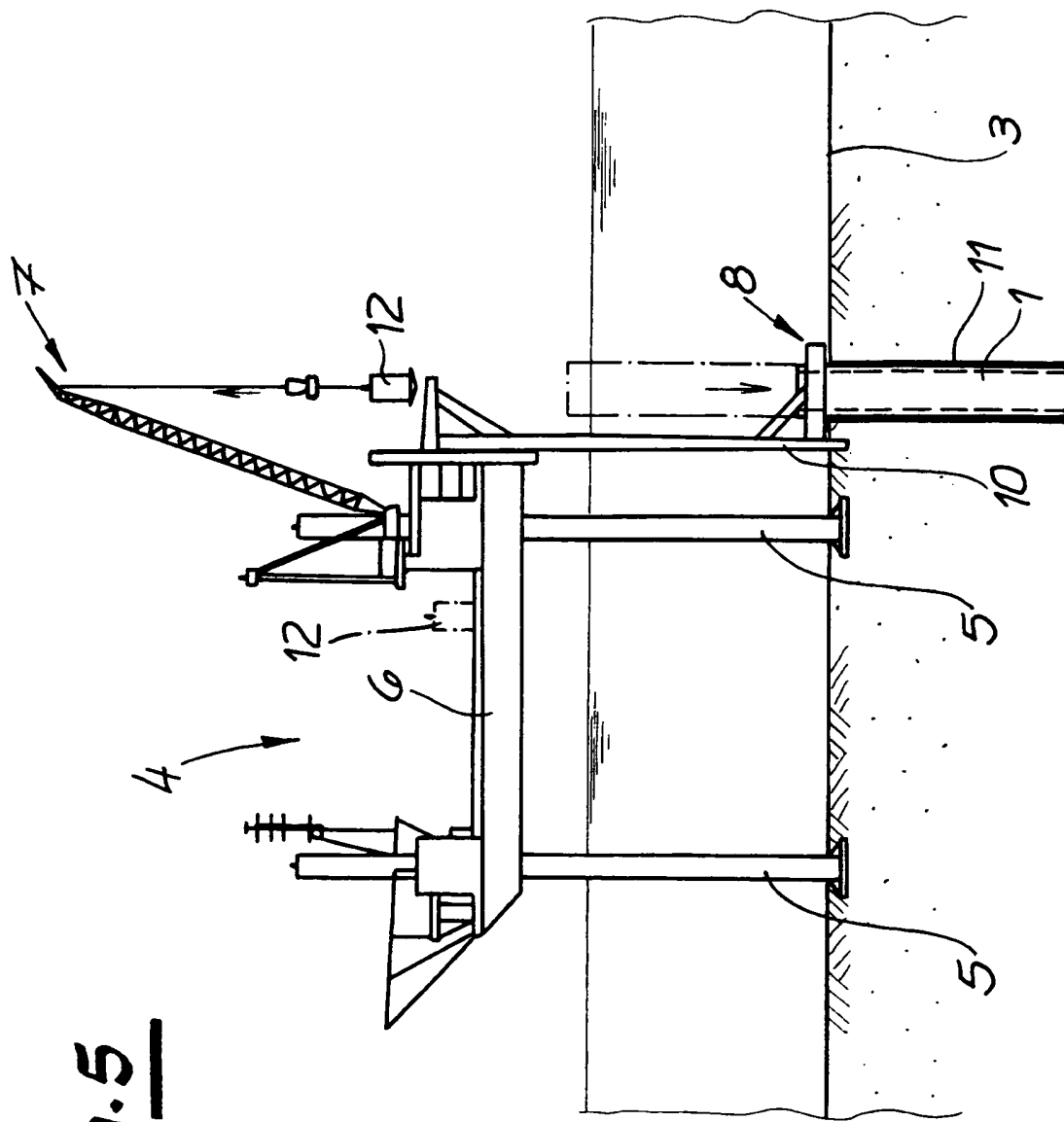


Fig. 5

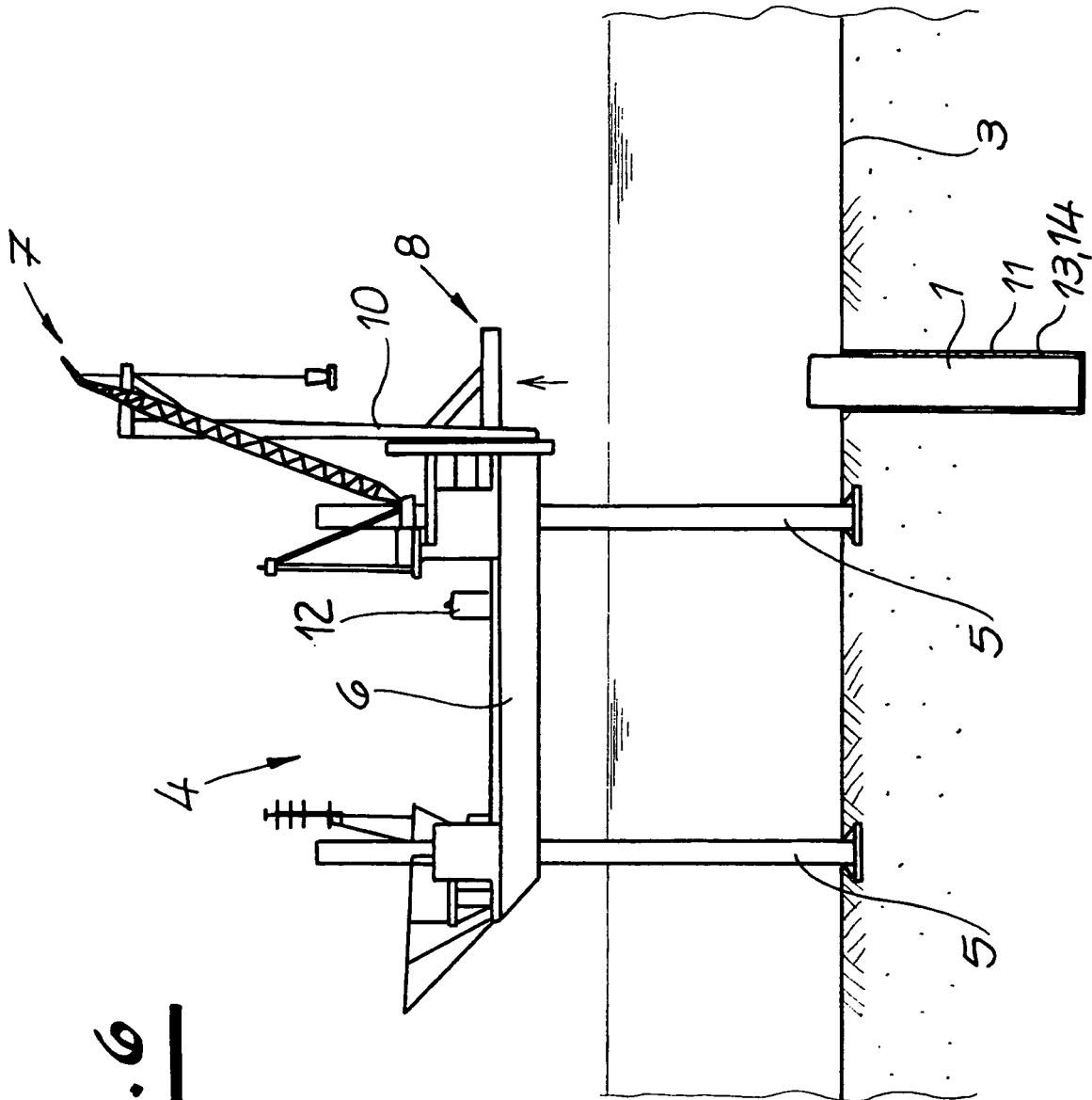


Fig. 6

Fig. 7A

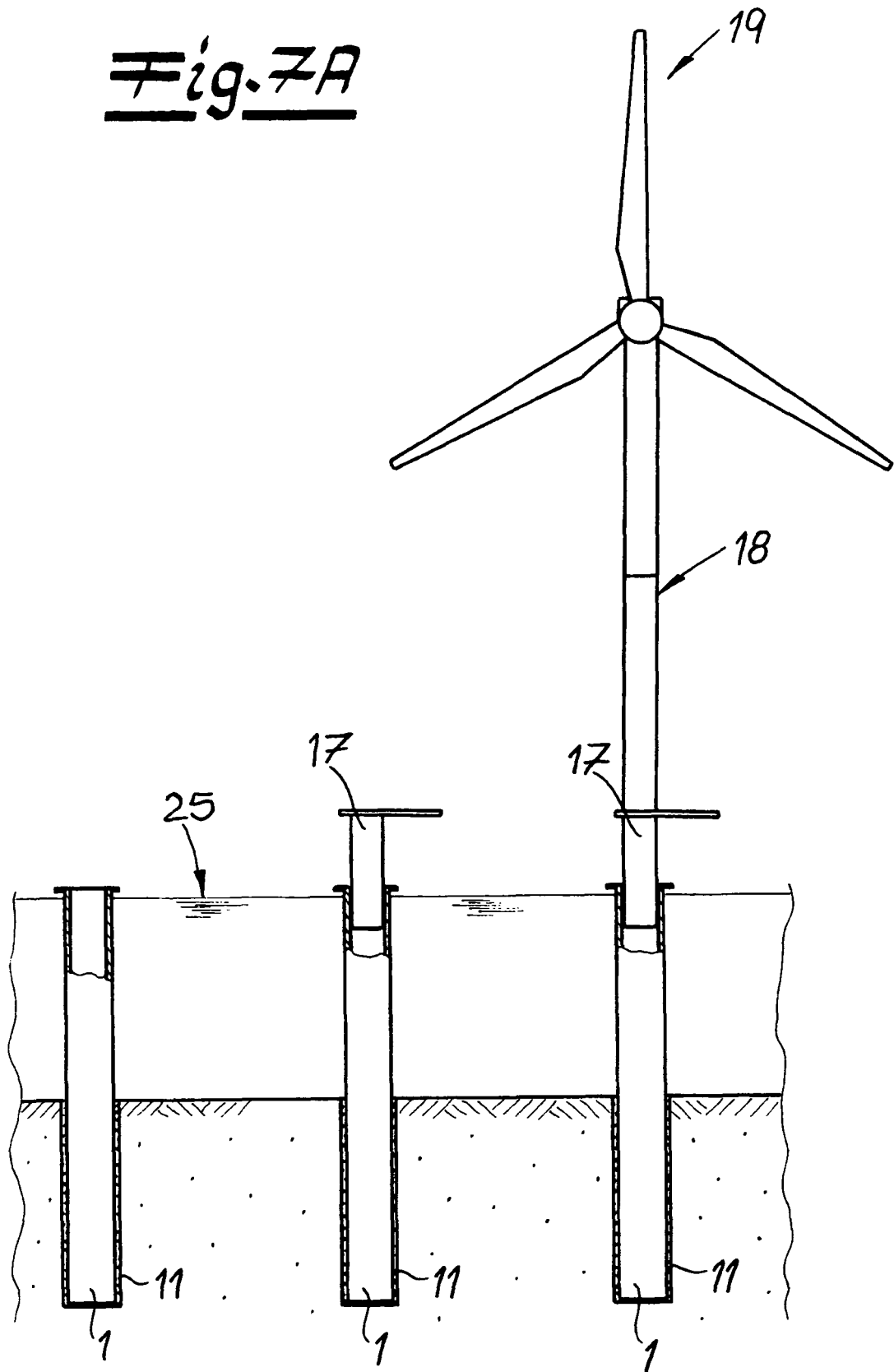


Fig. 7B

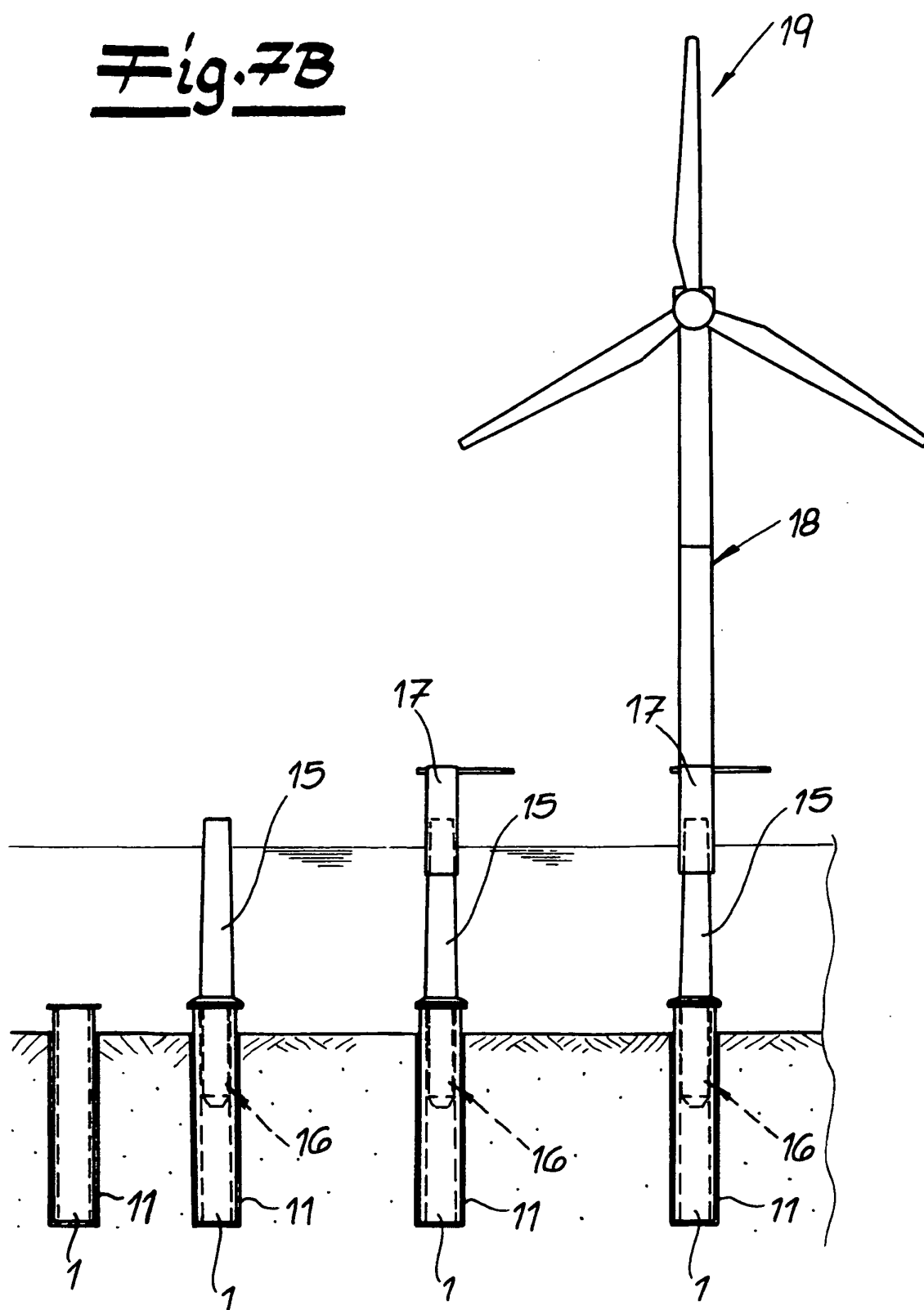


Fig. 7C

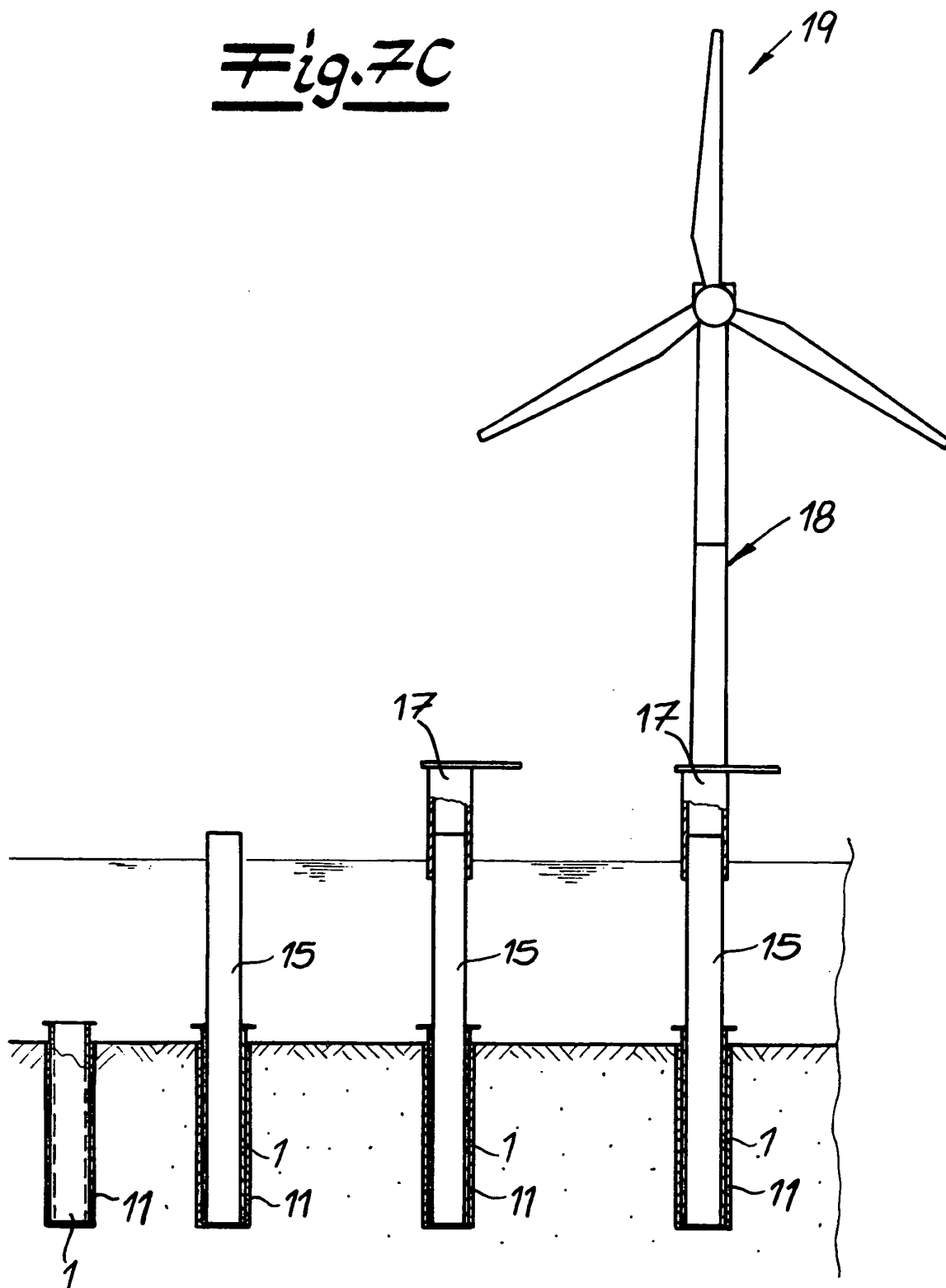


Fig. 8

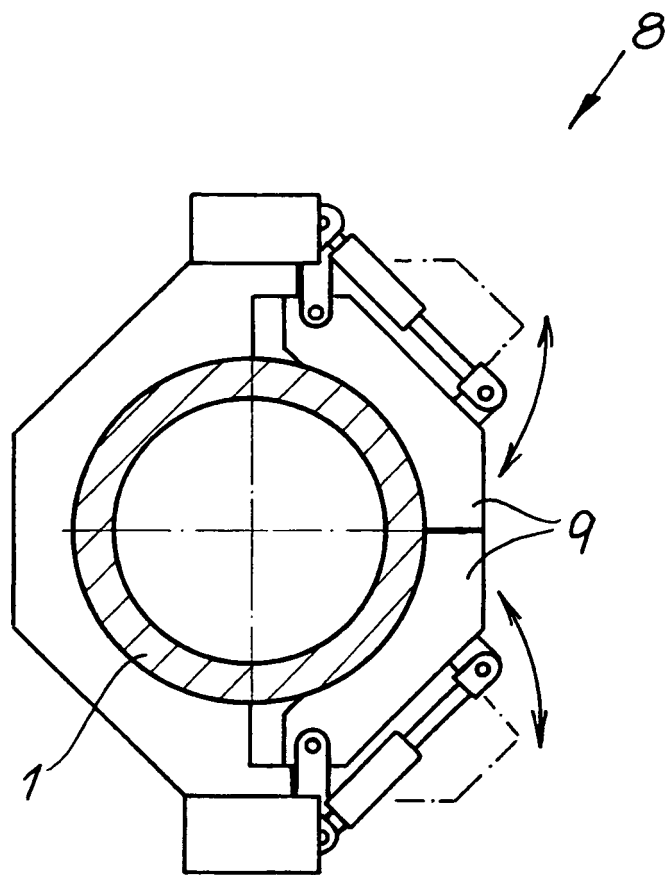
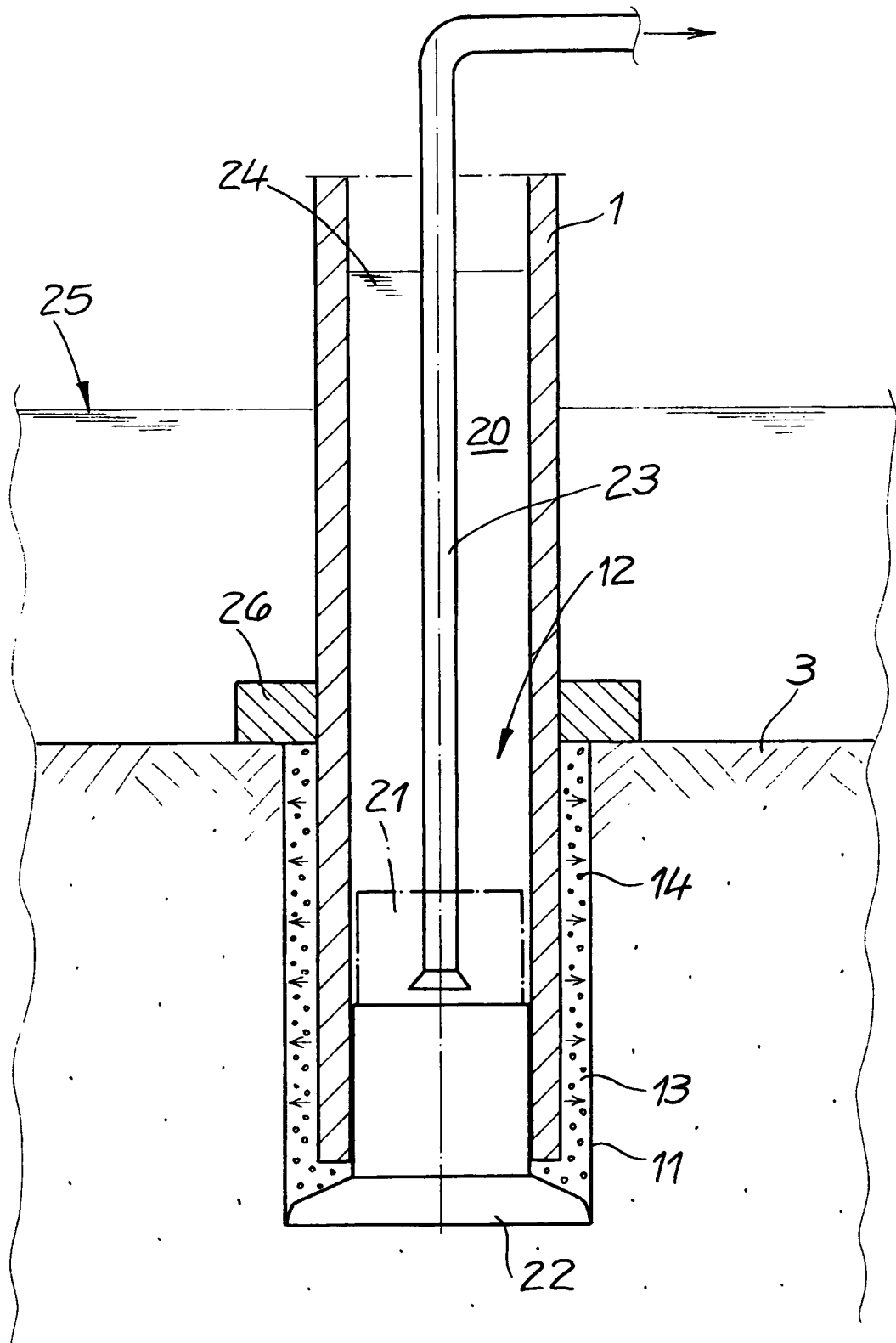


Fig. 9



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

- WO 2010139380 A1 [0002]