

(19)



(11)

EP 2 674 532 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.12.2013 Patentblatt 2013/51

(51) Int Cl.:
E02D 23/02 ^(2006.01) **E02D 27/42** ^(2006.01)
E02B 17/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12172300.1**

(22) Anmeldetag: **15.06.2012**

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

• **Ludwig Freytag GmbH & Co. KG**
26129 Oldenburg (DE)

(72) Erfinder: **Schütze, Martin**
22085 Hamburg (DE)

(71) Anmelder:
• **Aug. Prien Bauunternehmung (GmbH & Co. KG)**
21079 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Raffay & Fleck**
Patentanwälte
Grosse Bleichen 8
20354 Hamburg (DE)

(54) Verfahren und System für die Gründung eines Offshorebauwerkes

(57) Ziel ist ein Verfahren für die Gründung eines mit einem Bauwerkabschnitt in einer vorbestimmten Errichtungshöhe oberhalb der Wasseroberfläche zu errichtenden Offshorebauwerkes derart auszugestalten, dass insbesondere ein Verbringen des in der Errichtungshöhe zu errichtenden Bauwerkabschnittes bis in die Errichtungshöhe mit vergleichsweise einfachen und kostengünstigen Mitteln möglich ist, ohne dass hierfür Spezialkräne oder aber spezielle Transportbargen mit hohen Aufbauten erforderlich sind, und wobei die Anbindung des in der Errichtungshöhe anzuordnenden Bauwerkabschnittes an die Gründung mit vergleichsweise einfachen Mitteln erfolgen kann.

Dazu wird ein solches Verfahren mit folgenden Schritten vorgeschlagen:

a) Absenken eines Sockelelements mit wenigstens ei-

nem fest mit diesem verbundenen Vertikalrohr, welches in seinem Innern ein relativ zu diesem in seiner Längsrichtung verlagerbares Säulenelement aufweist, auf den Meeresgrund, so dass ein oberes, offenes Ende des Vertikalrohrs oberhalb der Wasseroberfläche, jedoch unterhalb der Errichtungshöhe liegt,

b) Absetzen des in der vorbestimmten Errichtungshöhe zu errichtenden Bauwerkabschnitts auf dem obere Ende des wenigstens einen Vertikalrohrs,

c) Anheben des Säulenelements und Verlagern desselben relativ zu dem Vertikalrohr, wobei der in einer vorbestimmten Errichtungshöhe zu errichtende Bauwerkabschnitt auf einem oberen Ende des Säulenelements ruht, bis der Bauwerkabschnitt die vorbestimmte Errichtungshöhe erreicht hat,

d) Festlegen des Säulenelementes an dem Vertikalrohr, um ein Absinken des erstgenannten zu verhindern.

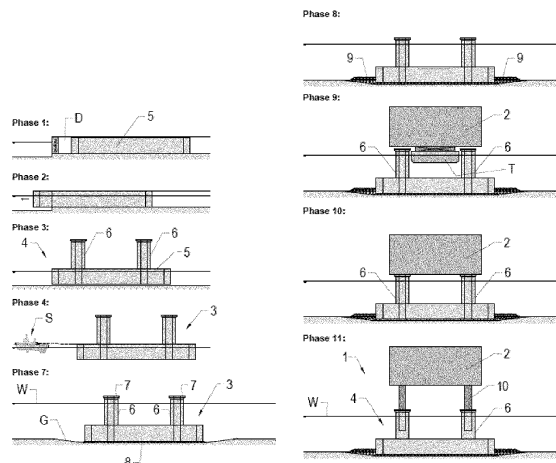


Fig. 13

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein System für die Gründung eines mit einem Bauwerkabschnitt in einer vorbestimmten Errichtungshöhe oberhalb der Wasseroberfläche bzw. des dort vorherrschenden Meeresspiegels zu errichtenden Offshorebauwerks. Das Gründungssystem gemäß der Erfindung kann dabei insbesondere ein Schwerkraft-Gründungssystem sein.

[0002] Unter Offshorebauwerken im Sinne dieser Erfindung sollen sämtliche Bauten verstanden werden, die im Meer und dort in einer Zone mit permanent anwesendem Meerwasser errichtet werden bzw. errichtet sind. Insoweit ist der hier gewählte Begriffsbestandteil "Offshore" nicht in der hoheitsrechtlich strengen Auslegung mit Bezug nur auf solche Gebiete, die außerhalb der hoheitsrechtlich zum Anrainerstaat gehörenden Küstengewässerzone liegen, zu verstehen. Offshorebauwerke nach dieser Erfindung beziehen vielmehr explizit auch solche Bauten mit ein, die innerhalb der hoheitsrechtlich zum Anrainerstaat gehörenden Küstengewässerzone liegen.

[0003] Typische derartige Offshorebauwerke, die seit langem bekannt sind und die sowohl innerhalb als auch außerhalb der hoheitsrechtlichen Küstengewässer der Anrainerstaaten errichtet werden, sind Bohr- und Arbeitsplattformen der Öl- und Gasindustrie. Neuerdings gewinnen zudem Anlagen für die Erzeugung, Aufbereitung und Verteilung von Windenergie, die auf See errichtet werden, deutlich an Bedeutung. In großen auf See errichteten Windparks, wie etwa des in der Nordsee errichteten Parks alpha ventus, stehen dabei nicht bloß Windenergieanlagen. Vielmehr sind auch weitere mit den einzelnen Windenergieanlagen verschaltete Bauteile in Offshorebauwerken untergebracht, z.B. Umrichteranlagen in entsprechenden Umrichterplattformen. Auch gibt es auf See errichtete reine Wohn- und Aufenthaltsplattformen, die beispielsweise der Unterbringung von Service- und Wartungstechnikern im unmittelbaren Bereich von auf See errichteten Anlagen wie etwa Windkraftanlagen, während des Arbeitsansatzes dienen.

[0004] All diesen Anwendungsfällen und Offshorebauwerken ist gemein, dass sie über eine sogenannte Gründung an den Meeresgrund angeschlossen und dort unverrückbar festgelegt bzw. verankert werden müssen. Diese Festlegung geschieht, wie bereits erwähnt, über eine sogenannte Gründung. Eine solche Gründung kann dabei grundsätzlich auf zwei unterschiedliche Arten geschehen. So gibt es Gründungen, bei denen Elemente, beispielsweise Rammpfähle, in den Meeresboden getrieben werden, um so eine feste und statische Anbindung an den Meeresgrund zu schaffen, dem Bauwerk ein Gründungsfundament zu geben.

[0005] Alternativ sind Gründungen bekannt, die mit bloßer Gewichtskraft eines schweren Gründungselementes arbeiten, sogenannte Schwerkraft-Gründungen, ohne hierbei eine zusätzliche Anbindung an den Meeresboden durch Eintreiben von Gründungsbestandteilen

(beispielsweise Rammpfählen) hinzuzuziehen.

[0006] Die auf See zu errichtenden Offshorebauwerke müssen häufig mit bestimmten Bauwerkabschnitten oberhalb einer Mindesthöhe in einer vorbestimmten Errichtungshöhe liegend errichtet werden. Dies gilt z.B. für Bereiche mit darin aufgestellten Wohncontainern (Wohnplattformen), Bereiche mit sensibler Technik (insbesondere Elektronik und Elektrik) und dgl. Der Abstand zur Wasseroberfläche wird dabei insbesondere bestimmt durch Schwankungen der Meereshöhe aufgrund von Tidebewegungen sowie durch zu erwartende maximale Wellenhöhen, wie sie bei Starkwind bzw. Sturm oder aber aufgrund anderer Naturereignisse zu erwarten sind. Im Falle eines solch hohen Wellenganges sollen technisch empfindliche Gerätschaften und damit ein diese tragender Bauabschnitt oder sollen Wohncontainer mit darin ggf. noch untergebrachten Personen oder sollen auch Arbeitsplattformen an sich nicht überspült werden.

[0007] Naturgemäß ist das Bauen auf See deutlich komplizierter als das Errichten eines Bauwerkes auf Land. Bereits das Verbringen der entsprechenden Baumaterialien zum Errichtungsort ist in der Regel aufwendiger und auch kostspieliger als an Land. Zudem kann ein Bau in situ, also an der Errichtungsstelle, nur bedingt erfolgen, anders als an Land, wo Bauwerke direkt vor Ort und Stelle aus dort zusammengestelltem Baumaterial zu errichten sind. So ist es beispielsweise sehr aufwendig, auf hoher See Betonteile aus noch nicht ausgehärtetem Beton zu gießen oder in anderer Weise zu errichten, insbesondere wenn diese Teile unterhalb der Wasseroberfläche angebracht werden sollen. Mit entsprechendem Aufwand ist es also verbunden, die Anbindung des Bauwerkes an den Meeresuntergrund, die Gründung, zu errichten.

[0008] Ein weiterer erheblicher Aufwand ergibt sich dann, wenn Bauwerksabschnitte mit der Gründung zu verbinden und in einer vorgegebenen Höhe anzubringen sind. Wird beispielsweise eine Umrichterplattform für einen Windpark errichtet, so muss zunächst eine Anbindung an den Meeresboden über die sogenannte Gründung erfolgen, anschließend sind Stützen oder Stelzen bzw. Säulen vorzusehen bis zu einer der Errichtungshöhe der Umrichterplattform entsprechenden Höhe und die Umrichterplattform ist auf die dafür vorgesehenen Enden der Stützen bzw. Säulen aufzusetzen.

[0009] Auch die Umrichterplattform selbst wird typischerweise nicht in der rauen Umgebung auf See erstellt. Vielmehr wird sie an Land fertig gestellt und als fertiges Bauelement bzw. als fertiger Bauwerkabschnitt zum Aufstellungsort verfrachtet. Dies geschieht typischerweise per Schiffsfracht mit sogenannten Transportbargen. Soll eine solche Umrichterplattform dann auf bereits in die Höhe ragenden, auf der Errichtungshöhe endenden Stützen oder Säulen aufgebracht werden, so muss entweder eine entsprechend hohe Transportbarge bereitgestellt werden mit dem Problem eines hochgelegenen Schwerpunktes und einer Kippgefahr sowie auch dem Problem eines kostspieligen Aufbaus einer entsprechenden Bar-

ge, oder aber es muss auf See ein entsprechender Kran bereitgestellt werden, der die tonnenschwere Last eines solchen Bauwerkabschnittes anheben und in die vergleichsweise große Errichtungshöhe verbringen kann. Derartige Seekräne existieren zwar als Schiffskräne, sind jedoch nur in äußerst geringer Zahl vorhanden und mithin im Einsatz teuer sowie für den Einsatz mit sehr langen Wartezeiten verbunden, was zu weiteren Kosten im Gesamtprojekt einer Errichtung eines Offshorebauwerkes durch entsprechende Verzögerung führt.

[0010] Beispiele dafür, wie im Stand der Technik Gründungen für Offshorebauwerke angebracht werden sollen, sind in Bezug auf Offshore-Windenergieanlagen in der DE 20 2010 010 094 U1 sowie in der DE 10 2007 002 314 A1 offenbart. Die bereits sehr alten und auf Plattformen für die Öl- und Gasindustrie abstellenden Vorschläge gemäß der DE 24 42 186 sowie DE 27 22 747 geben Gründungsmöglichkeiten an, bei denen die Plattformen nach erfolgter Gründung an entsprechenden Streben oder Stützen bis auf die Errichtungshöhe empor gehoben werden können.

[0011] Während dies bei den alten Systemen aus den zuletzt genannten beiden alten deutschen Druckschriften noch nicht weiter thematisiert worden ist, verlangen neuere seerechtliche Bestimmungen und Umweltauflagen die Möglichkeit eines vollständigen Rückbaus eines Offshorebauwerkes inklusive der Gründung und einer "Renaturierung" des Meeresgrundes, und dies auch noch nach vielen Jahrzehnten des Bestandes des Offshorebauwerkes.

[0012] Vor dem Hintergrund dieser oben beschriebenen Randbedingungen haben es sich die Erfinder zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren und ein System für die Gründung eines Offshorebauwerkes anzugeben, welches mit einem Bauwerkabschnitt in einer vorgegebenen Errichtungshöhe oberhalb der Wasseroberfläche zu errichten ist, und dabei das Verfahren und das System derart auszugestalten, dass insbesondere ein Verbringen des in der Errichtungshöhe zu errichtenden Bauwerkabschnittes bis in die Errichtungshöhe mit vergleichsweise einfachen und kostengünstigen Mitteln möglich ist, ohne dass hierfür Spezialkräne oder aber spezielle Transportbargen mit hohen Aufbauten erforderlich sind, und wobei die Anbindung des in der Errichtungshöhe anzuordnenden Bauwerkabschnittes an die Gründung mit vergleichsweise einfachen Mitteln erfolgen kann.

[0013] In weiteren Aspekten soll das Verfahren und soll das Gründungssystem vorteilhaft so ausgebildet werden, dass ein vollständiger Rückbau auch der Gründung möglich ist und dies auch noch nach einem sehr langen Einsatz des Offshorebauwerkes vor Ort.

[0014] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß und hinsichtlich des Verfahrens gelöst durch ein solches Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Weiterbildungen eines solchen Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 8 angegeben. Ein erfindungsgemäßes Gründungssystem, welches die oben bezeichnete Aufgabe löst, ist ein solches mit den

Merkmalen des Patentanspruches 9. Vorteilhafte Weiterbildungen dieses Gründungssystems sind in den abhängigen Ansprüchen 10 bis 18 bezeichnet.

[0015] Hinsichtlich eines Verfahrens für die Gründung eines mit einem Bauwerkabschnitt in einer vorbestimmten Errichtungshöhe oberhalb der Wasseroberfläche zu errichtenden Offshorebauwerkes wird ein solches vorgeschlagen, welches die folgenden Schritte umfasst:

- 10 - Absenken eines Sockelelementes, welches mindestens ein fest mit letzterem verbundenes Vertikalrohr aufweist, wobei dieses Vertikalrohr in seinem Inneren ein relativ zu diesem in seiner Längsrichtung verlagerbares Säulenelement aufweist. Dieses Absenken erfolgt im Seewasser bis auf den Meeresgrund und zwar so, dass ein oberes, offenes Ende des Vertikalrohres oberhalb der Wasseroberfläche, jedoch unterhalb der Errichtungshöhe liegt.
- 20 - Absetzen des in der vorbestimmten Errichtungshöhe zu errichtenden Bauwerkabschnittes auf dem oberen Ende des wenigstens einen Vertikalrohres.
- 25 - Anheben des Säulenelementes und Verlagern desselben relativ zu dem Vertikalrohr, wobei der in einer vorbestimmten Errichtungshöhe zu errichtende Bauwerkabschnitt auf einem oberen Ende des Säulenelementes ruht. Dieses Anheben geschieht solange, bis der Bauwerkabschnitt, der also mit angehoben wird, die vorbestimmte Errichtungshöhe erreicht hat.
- 30 - Festlegen des Säulenelementes an dem Vertikalrohr, um ein Absinken des erstgenannten zu verhindern, also die Konstruktion mit dem in der Errichtungshöhe angeordneten Bauwerkabschnitt gleichermaßen zu verriegeln.

[0016] Dieses erfindungsgemäße Verfahren hat insbesondere den Vorteil, dass der Bauwerkabschnitt, der bis auf die Errichtungshöhe zu verbringen ist, z.B. eine an Land vorgefertigte Umrichterplattform für das Umrichten von mit Windenergieanlagen erzeugter elektrischer Wechselspannung, ohne Einsatz eines Schiffskranes und auch ohne die Verwendung von speziellen hoch aufgebauten Transportbargen bis auf die Errichtungshöhe verbracht und dort mit der Gründung verbunden werden kann. Denn der Überstand des offenen Endes des Vertikalrohres des abgesenkten Sockelelementes oberhalb der Wasseroberfläche muss nur soweit ausreichend sein, als dass durch während der Bauphase durch See- oder Schiffsbewegungen ausgelöste Wellen nicht die Oberkante dieses offenen Endes erreichen und Wasser in das Innere des Rohres eintritt. Hierzu genügt allerdings (je nach Ruhe der See) eine Höhe in der Größenordnung von einigeneinigen wenigen Metern (typischerweise ein bis sieben Meter, bspw. fünf Meter). In dieser Höhe kann eine entsprechende Plattform oder ein

anderer Bauwerkabschnitt bequem mit einer üblichen Transportbarge ohne hohe Aufbauten verbracht und über das Vertikalrohr gefahren werden. Anschließend kann eine solche Plattform dann beispielsweise durch Fluten von Ballasträumen in der Transportbarge und Absenken derselben abgelassen und auf dem oberen Ende des Vertikalrohres abgesetzt werden.

[0017] Dabei kann der Bauwerkabschnitt auf dem oberen Ende des Vertikalrohres selbst, insbesondere auf einem dort von dem Vertikalrohr ausgebildeten umlaufenden, flanschartig verbreiterten Ringrand abgesetzt werden. Gleichmaßen - und auch dies fällt im Sinne der Erfindung unter ein "Absetzen des Bauwerkabschnittes auf dem oberen Rand des Vertikalrohres" - kann der Bauwerkabschnitt auch auf einem über das Niveau des obersten Randes des Vertikalrohres überstehenden Stirnende des Säulenelementes abgesetzt werden. Ist das Absetzen geschehen, so kann durch Anheben des Säulenelementes und Verlagern desselben relativ zu dem Vertikalrohr ein Anheben des Bauwerkabschnittes bis auf die Errichtungshöhe vorgenommen werden. Schließlich wird dann, um den Bauwerkabschnitt in der Errichtungshöhe zu fixieren, das Säulenelement an dem Vertikalrohr festgelegt. Die Konstruktion aus Vertikalrohr und Säulenelement bildet somit insgesamt eine Stütze für den in der Errichtungshöhe liegenden Bauwerkabschnitt und zugleich die Anbindung an die eigentliche Gründung, die durch das Sockelelement bedingt ist. Das Sockelelement selbst kann die Gründung dabei allein aufgrund seiner Masse (beispielsweise eines mehrere 10'000 Tonnen umfassenden Gewichts) besorgen. Alternativ oder auch zusätzlich kann das Sockelelement auch mit entsprechenden Anbindungen in den Meeresboden verankert werden, beispielsweise durch einzurammende Anker-elemente. Bevorzugt wird jedoch eine reine Schwerkraft-Gründung, da diese im Falle eines Rückbaus leichter wieder zu entfernen ist.

[0018] Vor dem Absenken des Sockelelementes kann - und wird in der Regel - ein Schritt der Aufbereitung des Meeresgrundes am Aufstellungsort des Sockelelementes liegen. Hierzu wird typischerweise der Meeresgrund zunächst zu einer Baugrube ausgebaggert und vorbereitend plan gearbeitet. Im Anschluss wird dann ein entsprechendes Aufnahmebett, beispielsweise ein Kiesbett, eingebracht, nivelliert und darauf das Sockelelement abgesetzt. Zum Verhindern eines Unterspülens des Sockelelementes aufgrund der Wasserbewegungen wird um das abgesenkte und abgesetzte Sockelelement typischerweise noch ein sogenannter Kolkschutz angeordnet. Dies kann unmittelbar nach dem Absenken des Sockelelementes oder aber auch zu beliebiger Zeit später bis hin zu einem Zeitpunkt nach Fertigstellen der weiteren Bauschritte erfolgen.

[0019] Das Sockelelement selbst wird typischerweise an Land fertig gestellt und muss dann über den Seeweg zum Absenkungsort der Gründung verbracht werden. Um diesen Transport möglichst einfach gestalten zu können, ist in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung

vorgeschlagen, dass das Sockelelement als schwimmfähiger Ponton gestaltet ist und dass dieses somit zunächst schwimmend zu der Stelle verbracht wird, an der es abgesenkt werden soll, wobei das Absenken durch Fluten von Ballasträumen in dem Ponton erfolgt. So kann das pontonartige Sockelelement z.B. mittels üblicher Schleppschiffe (Schlepper) zum Errichtungsort des Offshorebauwerkes verbracht und dann dort durch Fluten der Ballasträume kontrolliert abgesenkt werden. Typischerweise wird das Sockelelement mit nach oben ragendem bzw. nach oben ragenden Vertikalrohr(en), also in einer Ausrichtung, wie sie nach auch Absenken des Sockelelementes besteht, zum Errichtungsort verbracht werden. Dies ist zu bevorzugen, da das Sockelelement so nach dem Verbringen zu dem Ort, an dem es abgesenkt werden soll, nicht mehr um eine Horizontalachse gedreht werden muss, was - wenn überhaupt - typischerweise nur noch mit erheblichem Aufwand möglich sein wird.

[0020] Insbesondere dann, wenn der Bauwerkabschnitt unmittelbar auf das obere Ende des Vertikalrohres, also nicht auf ein freies Ende des Säulenelementes, aufgesetzt wird, ist es von Vorteil, wenn wie gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, auf dieses obere Ende des Vertikalrohres, beispielsweise auf einen umlaufenden Ringrand, zuvor Puffer- bzw. Dämpferelemente aufgesetzt werden. Auf diesen Puffer- bzw. Dämpferelementen kann dann der Bauwerkabschnitt, beispielsweise eine Umrichterplattform oder eine Wohnplattform, abgesetzt werden, ohne die Unterkonstruktion, auf die es abgesetzt wird, zu beschädigen. Nach dem Anheben des Säulenelementes, wenn die Puffer- bzw. Dämpferelemente frei liegen, können diese wieder entnommen und an anderer Baustelle wieder verwertet werden.

[0021] Auch auf der oberen Stirnseite des Säulenelementes ist mit Vorteil ein Puffer- bzw. Dämpferelement aufgesetzt, beispielsweise ein Elastomerpuffer. Dieser verbleibt typischerweise dauerhaft in der Anbindung zwischen dem oberen Ende des Säulenelementes und einer Unterseite des darauf abgestützten Bauwerkabschnittes.

[0022] Das Anheben des Säulenelementes kann prinzipiell mit diversen möglichen Mitteln und nach verschiedenen geeigneten Verfahren unternommen werden. So ist bspw. der Einsatz von Spindelhebern oder Hydraulikhebern für diesen Zweck denkbar. Auch ist es grundsätzlich möglich, ein Anheben über zumindest einen Teil des Hubweges mittels hydraulischen Drucks von in entsprechende Fluträume eingelassenem Meerwasser zu realisieren. Insbesondere erfolgt das Anheben gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung jedoch mit Vorteil mittels wenigstens eines Litzenhebers, insbesondere mittels mehrerer entlang des Umfangs des Vertikalrohres verteilter Litzenheber. Litzenheber eignen sich besonders gut zum Anheben schwerer Lasten, da sie diese zuverlässig anzuheben gestatten. Bei einer Anordnung einer Vielzahl von Litzenhebern, wie sie nicht zuletzt aufgrund des insgesamt anzuhebenden Gewich-

tes und auch aufgrund des Erfordernisses, ein Verkanten während des Hubvorganges zu vermeiden, vorzugsweise vorzusehen ist, wird eine Steuerung vorzusehen sein, die die Hubbewegungen der einzelnen Litzenheber untereinander koordiniert, um ein gleichmäßiges und vertikales Anheben des Säulenelementes relativ zu dem Vertikalrohr zu erreichen. Die Litzenheber können dabei insbesondere in einem von außen zugänglichen oberen Abschnitt des Vertikalrohres, z.B. auf entsprechenden Konsolen aufgestellt sein und - inklusive der Hublitzen - nach erfolgtem Festlegen des Säulenelementes an dem Vertikalrohr entfernt und für einen weiteren Einsatz verwendet werden.

[0023] Um insbesondere ein seitliches Verkippen des Säulenelementes relative zu dem Vertikalrohr oder ein Verkanten dieser beiden Elemente während des Anhebens des Säulenelementes zu verhindern, kann während dieses Hebeschrittes eine aktive Umfangsführung erfolgen, insbesondere mittels radial an das Säulenelement andrückbarer Gleit- und Führungselemente. Über entsprechende Aktuatoren kann auf die Gleit- und Führungselemente eine vorgebbare Kraft ausgeübt werden, um das Säulenelement mit seiner Längsachse in der Vertikalen ausgerichtet zu halten und ein klemmfreies Anheben ohne Verkippen zu gewährleisten. Insbesondere können entsprechende Gleit- und Führungselemente in wenigstens zwei vertikal übereinander angeordneten Abschnitten angeordnet sein, um so eine noch verbesserte Ausrichtung der Längsachse des Säulenelementes während des Anhebevorganges zu gewährleisten.

[0024] Um das Bauwerk mit der Gründung nach Beendigung der Nutzung möglichst einfach wieder vollständig rückbauen zu können, erfolgt das Festlegen des Säulenelementes relativ zu dem Vertikalrohr lösbar, insbesondere mittels Schraubverbindungen. Derartige Schraubverbindungen können einerseits die in vertikaler Richtung auflastende Gewichtskraft des Säulenelementes selbst sowie des darauf ruhenden Bauwerkabschnittes sicher abfangen, sie lassen sich andererseits (eine entsprechende Wartung und Abdichtung gegen korrosive Einflüsse vorausgesetzt) auch noch nach Jahrzehnten wieder lösen für einen einfachen Rückbau. Sofern die eben erwähnten Umfangsführungen vorgesehen sind, so können auch diese am Ende des Anhebens mit einer definierten Andrückkraft auf das Säulenelement fixiert werden, um entsprechende Aktuatoren, die während des Anhebens genutzt worden sind, um die einstellbare Andrückkraft aufzubringen, zu entlasten. Bevorzugt erfolgt auch diese Fixierung lösbar, wobei auch hier Schraubverbindungen gewählt werden können. Alternativ sind aber auch Verschweißungen möglich, die - bei entsprechender Ausgestaltung - ebenfalls lösbar sind, indem sie später mit entsprechenden Werkzeugen (beispielsweise Trennscheiben oder Schneidbrennern) wieder gelöst werden. Auch zum Bedienen der Gleit- und Führungselemente bzw. zum Bewegen derselben in radialer Richtung des Säulenelementes verwendete Aktuatoren können am Ende des Errichtungsprozesses

ausgebaut und entnommen werden, um sie an anderen Baustellen erneut zu verwenden und damit Kosten zu sparen.

[0025] Mit Vorteil wird nach dem Festlegen des Säulenelementes an dem Vertikalrohr, also nach Abschluss aller hierfür erforderlichen Arbeiten im Bereich des oberen Endes des Vertikalrohres ein Ringspalt zwischen dem Vertikalrohr und dem an dessen oberen Ende aus diesem austretenden Säulenelement wasserdicht abgedichtet. Dies verhindert ein Eintreten von Meerwasser in das Vertikalrohr auch dann, wenn die See rauer ist und höhere Wellen auftreten, die das obere Ende des Vertikalrohres überspülen. Durch das Verhindern eines Eintrittes von Meerwasser in das Innere des Vertikalrohres wird insbesondere vermieden, dass dort bestehende Verbindungen (beispielsweise solche zum Festlegen des Säulenelementes an dem Vertikalrohr in angehobener Stellung) korrodieren und zum Zeitpunkt eines späteren Rückbaus nicht mehr - zumindest nicht mehr einfach - gelöst werden können. Auch bleiben die Strukturen erhalten, die z.B. für das Anbringen der Litzenheber oder anderer Hubmechanismen erforderlich sind, die im Falle eines Rückbaus für ein Absenken des Säulenelementes ebenso erforderlich sind wie im Falle des Aufbaus für ein Anheben.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei insbesondere nicht darauf beschränkt, dass lediglich ein Vertikalrohr mit darin angeordnetem Säulenelement an dem Sockelelement angeordnet ist. Vielmehr können zwei oder mehr derartiger Vertikalrohre mit jeweils einem darin angeordneten Säulenelement vorgesehen sein, wobei der in der Errichtungshöhe anzuordnende Bauwerkabschnitt dann auf sämtlichen oberen Enden der Vertikalrohre abgesetzt wird (hierzu zählt wiederum auch ein Absetzen auf möglicherweise aus diesen oberen Enden überstehenden freien Stirnenden der Säulenelemente) und durch Anheben aller Säulenelemente relativ zu den Vertikalrohren in die Errichtungshöhe verbracht wird. Dabei sind entsprechende Hubmechanismen für alle Säulenelemente miteinander über eine Steuerung derart zu koppeln, dass ein gleichmäßiges und in der Ausrichtung, insbesondere einer horizontalen Ausrichtung, des Bauwerkabschnittes gleichbleibendes Anheben gewährleistet ist und es insbesondere nicht zu einem Verkippen aufgrund einer Schrägstellung des Bauwerkabschnittes kommt. Entsprechende Steuerungen sind im Stand der Technik bekannt und bereits realisiert, müssen hier also nicht näher erläutert werden.

[0027] Insbesondere dann, wenn der Bauwerkabschnitt eine plane und ebene Fläche aufweist, mit der er an die oberen Enden der Säulenelemente angebunden wird, sollten die oberen Enden der Vertikalrohre bzw. daraus überstehende obere Enden der Säulenelemente eine im Wesentlichen horizontale Ebene aufspannen. Im Falle von Absätzen oder sonstigem Versatz in dem Verlauf der Anbindungsfläche des Bauwerkabschnittes, sollten die oberen Enden der Vertikalrohre bzw. die Positionen der oberen Stirnseiten der Säulenelemente beim

Aufnahmen des Bauwerkabschnittes das entsprechende Profil natürlich nachbilden.

[0028] Ein erfindungsgemäßes Gründungssystem, bei dem es sich mit Vorteil und insbesondere um ein Schwerkraft-Gründungssystem handeln kann, für ein einen in einer vorbestimmten Errichtungshöhe oberhalb der Wasseroberfläche zu errichtenden Bauwerkabschnitt aufweisendes Offshorebauwerk weist folgende Merkmale auf:

- ein auf den Meeresgrund absenkbares Sockelelement mit wenigstens einem mit dem Sockelelement fest verbundenen Vertikalrohr, welches bei auf dem Meeresgrund abgesenktem Sockelelement mit einem oberen Ende oberhalb der Wasseroberfläche, jedoch unterhalb der Errichtungshöhe liegt;
- ein in dem Vertikalrohr angeordnetes, relativ zu diesem in dessen Längsrichtung verlagerbares Säulenelement; und
- Mittel zum Heben des Säulenelementes mit darauf auflastendem Bauwerkabschnitt bis zu der Errichtungshöhe.

[0029] Mit einem solchen Gründungssystem lassen sich die oben bereits ausgeführten Vorteile, insbesondere diejenigen eines einfachen Verbringens des Bauwerkabschnittes auf dessen Errichtungshöhe ohne Einsatz eines Krans oder spezieller, hohe Aufbauten aufweisender Transportbargen, erzielen.

[0030] Bestandteil des Gründungssystems sind mit Vorteil Litzenheber, die mit Litzenantrieben auf im oberen Bereich des Vertikalrohres auf dessen Innenseite und an dessen Wand angeordneten Montagekonsolen vorübergehend angeordnet und dort festgelegt werden können und die Hublitzen aufweisen, welche mit einem freien Ende an an einem unteren Abschnitt des Säulenelementes angeordneten Anschlagvorrichtungen angeschlagen werden können. Eine derartige Ausgestaltung der Mittel zum Heben des Säulenelementes hat die oben bereits geschilderten Vorteile, die Litzenheber mit sich bringen. Darüber hinaus sind die Litzenheber vorübergehend einsetzbar und nach erfolgtem Hubvorgang und in anderer Weise losgelöst von den Litzenhebern durchgeführtem Festlegen des Säulenelementes relativ zu dem Vertikalrohr entfernbar, können aber erneut angeordnet werden, beispielsweise um das Säulenelement kontrolliert wieder abzusenken in das Vertikalrohr hinein zum Einholen des Bauwerkabschnittes aus der Errichtungshöhe.

[0031] Das Gründungssystem kann weiterhin Puffer- und Dämpferelemente aufweisen, die temporär auf einem oberen Rand des Vertikalrohres aufgebracht und nach dem Verbringen des Bauwerkabschnittes in die Errichtungshöhe wieder entnommen werden können. Ferner ist mit Vorteil an der oberen Stirnseite des Säulenelementes wenigstens ein Pufferelement angeordnet, auf welchem der Bauwerkabschnitt aufliegt, auch nach Abschluss der Montagearbeiten, wenn sich der Bau-

werkabschnitt in der Errichtungshöhe befindet und auf der oberen Stirnseite des Säulenelementes ruht. Mit dieser oberen Stirnseite kann der Bauwerkabschnitt überdies mit weiteren geeigneten Mitteln verbunden sein, beispielsweise verschraubt oder verschweißt.

[0032] Das Gründungssystem weist ferner mit Vorteil gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung Verbindungsstrukturen zum lösbaren Verbinden des Säulenelementes mit dem Vertikalrohr und Fixieren des ersteren in seinem angehobenen Zustand auf. Hinsichtlich einer Fixierung in der Vertikalrichtung können dies beispielsweise durch entsprechende fluchtende Bohrungen an entsprechenden Elementen des Vertikalrohres und des Säulenelementes geführte Gewindestangen und Verschraubungen sein. Für eine Fixierung in horizontaler Richtung können entsprechende Klemmbacken an den Umfang des Säulenelementes herangeführt und dort mit einem bestimmten Anpressdruck festgelegt werden, beispielsweise auch verschraubt und verschweißt oder in sonstiger Weise, wobei auch hier auf eine Lösbarkeit geachtet werden sollte für einen möglichst einfachen Rückbau.

[0033] Insbesondere können über den Umfang des Säulenelementes verteilte Leit- und Gleitelemente vorgesehen sein, die insbesondere mittels Aktuatoren in ihrer auf das Säulenelement gerichteten Andruckkraft einstellbar sind. Derartige Leit- und Gleitelemente können insbesondere auch in zwei horizontal übereinander angeordneten Ebenen vorhanden sein. Über diese kann mittels der Aktuatoren während des Anhebens eine einstellbare und vorgegebene Führungskraft, die auch der korrekten Ausrichtung des Säulenelementes mit seiner Längsachse zur Vertikalen besorgt, auf das Säulenelement aufgebracht werden. Im Übrigen können diese Leit- und Gleitelemente zugleich auch nach abgeschlossenen Anheben des Säulenelementes eine Verriegelung in horizontaler Richtung besorgen, indem sie mit einem vorgegebenen Andruck gegen das Äußere des Säulenelementes gespannt und dort festgelegt werden (siehe obige Beschreibung der lösbaren Fixierung).

[0034] Um insbesondere auch nach einem Errichten des Bauwerkes die Strukturen der Gründung warten und inspizieren zu können ist es von Vorteil, wenn das Säulenelement ebenfalls rohrförmig ausgebildet ist und es Revisionszugänge in das Innere des Vertikalrohres und auch des Säulenrohres gibt. Entsprechende Revisionszugänge können dabei auch insoweit geführt sein, dass sie einen Ausstieg am oberen Ende aus dem Säulenelement gestatten, so dass dieser Zugang auch für einen Zugang zu dem am oberen Ende des Säulenelementes abgesetzten Bauwerkabschnitt selbst gestatten kann, beispielsweise nach einer Anlandung an dem Bauwerk von See her. Entsprechend kann ein solcher Zugang beispielsweise über einen umlaufenden Rand am oberen Ende des Vertikalrohres erfolgen, der hier z.B. einen durch entsprechende Sicherungsgitter oder -geländer oder dgl. zum Meer hin gesicherten Umgang aufweisen kann.

[0035] Das Gründungssystem der Erfindung kann, ins-

besondere bei in horizontaler Richtung weit ausladenden Bauwerkabschnitten, die in der Errichtungshöhe anzu- bringen sind, nicht nur ein, sondern es kann zwei oder insbesondere und vorzugsweise mehr als zwei Vertikal- rohre aufweisen, die fest mit dem Sockelelement verbun- den sind und in denen jeweils ein gegenüber dem Verti- kalrohr in dessen Längsrichtung höhenverlagerbares Säulenelement angeordnet ist mit einer entsprechenden Anbindung für Hubmittel zum Anheben jedes der Säulenelemente.

[0036] Aus oben bereits näher beschriebenen Grün- den ist es von Vorteil, das Sockelelement zusammen mit dem einen oder mit den mehreren daran angeordneten Vertikalrohr(en) als schwimmfähiges, insbesondere pon- tonartiges, Element mit Ballasträumen auszubilden, wo- bei dieses Element durch Füllen der Ballasträume mit einem Ballastmedium, insbesondere Meerwasser, auf den Meeresgrund absenkbar ist. So kann das Sockel- element also schwimmend zum Einsatzort verbracht und dort durch Fluten der Ballasträume zum Meeresgrund abgesenkt werden, wo es dann die eigentliche Gründung ausbildet. Dabei kann das Sockelelement eine sichere Gründung bereits aufgrund seines hohen Gewichtes (beispielsweise 40'000 Tonnen) bedingen. Es kann aber für eine sichere Gründung zusätzlich auch noch mit wei- teren Verankerungselementen im Meeresgrund veran- kert werden, z.B. mit Rammpfählen oder dgl. Bevorzugt wird allerdings eine einfache Schwerkraftgründung. Denn diese gestattet es, das Sockelelement bei einem erforderlichen Rückbau dann, wenn alle weiteren Ele- mente bereits entfernt und die Säulenelemente in die Vertikalrohre abgesenkt sind, vom Meeresboden zu he- ben, bei einem schwimmfähigen Sockelelement insbe- sondere die Ballasträume zu entleeren und wiederum einzuholen und an Land zu verbringen. Dort kann es dann abgewrackt oder für einen neuerlichen Einsatz wie- der hergerichtet werden.

[0037] Mit besonderem Vorteil ist das Sockelelement und sind die daran angeformten Vertikalrohre einstückig aus Beton, insbesondere stahlarmierten Beton gebildet und ist das Säulenelement bzw. sind die Säulenelemente mit einer äußeren Metall-, insbesondere Stahlwand ge- bildet. Die Säulenelemente können dabei insbesondere als Stahlrohre ausgebildet sein. Der Aufbau des Sockel- elementes mit dem daran angeformten Vertikalrohr in- klusive des darin eingesetzten Säulenelementes erfolgt mit Vorteil an Land, z.B. in einem Trockendock. Für den weiteren Aufbau, insbesondere die Verbringung zum Einsatzort wird es dann schwimmend dorthin verbracht, nachdem das Trockendock geflutet und das Säulenele- ment ausgeschleust worden ist.

[0038] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbil- dung des Gründungssystems weist dieses Abdichtmittel zum Abdichten des Ringspaltes zwischen der Innen- wand des wenigstens einen Vertikalrohres und der Au- ßenwand des darin angeordneten Säulenelementes am oberen Ende des Vertikalrohres und in angehobener Po- sition des Säulenelementes auf. Entsprechende Abdicht-

mittel können, sofern dort ein Zugang zu einem abzu- dichtenden Innenraum besteht, auch vorgesehen sein für die Abdichtung des Überganges zwischen dem obe- ren stirnseitigen Ende des Säulenelementes und dem darauf aufgesetzten Bauwerkabschnitt. Diese Abdich- tung, die insbesondere nach erfolgtem Errichten des Offshorebauwerkes angebracht werden, verhindert ein Eintreten von Wasser in diese Räume und damit eine Korrosion an diesen Abschnitten. Damit kann - eine ent- sprechende Wartung und Pflege der Elemente voraus- gesetzt - sichergestellt werden, dass auch nach einem jahrelangen Einsatz des Bauwerkes ein kontrollierter Rückbau durch "Rückwärtsabwicklung" der beim Aufbau vorgenommenen Schritte möglich ist.

[0039] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Offshore-
10 bauwerkes mit einer erfindungsgemäß ausge-
 bildeten Gründung in fertigem Zustand bei
 vollständig errichtetem Bauwerk;
- 15 Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Sockel-
 elementes eines erfindungsgemäßen
 Gründungssystems mit durch gestrichelte Li-
 nien kenntlich gemachten, im Inneren liegen-
 den Strukturen;
- 20 Fig. 3 eine Aufsicht auf das Sockelelement gemäß
 Fig. 2 erneut mit durch gestrichelte Linien
 kenntlich gemachten, im Inneren des Sockel-
 elementes liegenden Strukturen;
- 25 Fig. 4 in drei verschiedenen Ansichten a bis c eine
 Querschnittsdarstellung eines Ausschnittes
 einer Gründung mit einem Sockelelement wie
 in Figuren 2 und 3 dargestellt sowie mit einem
 in ein Vertikalrohr des Sockelelementes ein-
 gesetzten Säulenelement in drei verschiede-
 nen Stellungen während des Aufbaus bzw.
 der Errichtung des Offshorebauwerkes;
- 30 Fig. 5 in vergrößerter Darstellung einen Ausschnitt
 aus Fig. 4a, nämlich den dortigen oberen Ab-
 schnitt des Vertikalrohres mit daran angebrach-
 ten weiteren Elementen;
- 35 Fig. 6 in vergrößerter Darstellung einen Ausschnitt
 aus Fig. 4b, nämlich einen Ausschnitt, darstel-
 lend den oberen Abschnitt des Vertikalrohres
 mit einem unteren Abschnitt des darin ange-
 hobenen Säulenelementes;
- 40 Fig. 7 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 4c,
 nämlich einen oberen Abschnitt des Säulen-
 elementes mit dem Anschluss an einen auf

- deren oberer Stirnfläche aufgesetzten Bauwerkabschnitt;
- Fig. 8 einen weiteren vergrößerten Ausschnitt der Darstellung aus Fig. 4c, nämlich in vergrößerter Darstellung einen mittleren Abschnitt des Vertikalrohres mit dem unteren Abschnitt des Säulenelementes und der Verbindung zwischen Vertikalrohr und Säulenelement nach erfolgtem Errichten des Bauwerkes;
- Fig. 9 eine Aufsicht auf das obere Ende des Vertikalrohres gemäß der in Fig. 5 eingezeichneten Blicklinie A;
- Fig. 10 eine Schnittdarstellung gemäß der in Fig. 4a bezeichneten Schnittlinie B;
- Fig. 11 eine Schnittdarstellung gemäß der in Fig. 6 bezeichneten Schnittlinie C;
- Fig. 12 eine Schnittdarstellung gemäß der in Fig. 8 dargestellten Schnittlinie C;
- Fig. 13 eine schematische Darstellung des Ablaufes für den Bau und die Aufstellung der erfindungsgemäßen Gründung sowie die Errichtung des Offshorebauwerkes auf der Gründung;
- Fig. 14 in schematischer Darstellung eine Anordnung einer Gruppe von gleichartigen Bauwerken in nebeneinander angeordneter Aufstellung und gegründet auf dem Meeresgrund mit dem erfindungsgemäßen Prinzip;
- Fig. 15 in schematischer Darstellung mit drei verschiedenen Ansichten a, b und c eine weitere und andere konstruktive Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Gründung für ein Offshorebauwerk.

[0040] In den Figuren sind mögliche Ausführungsbeispiele für ein erfindungsgemäßes Verfahren bzw. ein erfindungsgemäßes Gründungssystem schematisch dargestellt und werden nachfolgend erläutert. Dabei erheben die zeichnerischen Darstellungen keinen Anspruch auf detailgemäße Vollständigkeit und/oder Maßstabsgerechtigkeit. Sie sind vielmehr als Skizzen zu verstehen, die dort, wo erfinderische wesentliche Details beschrieben werden, weitgehend detailliert diese darstellen, in anderen Aspekten jedoch vereinfacht sind gegenüber einer möglichen voll umfänglichen Konstruktionsdarstellung.

[0041] In Fig. 1 ist zunächst ein Beispiel für ein vollständig errichtetes Offshorebauwerk 1 dargestellt, welches ein erfindungsgemäßes Gründungssystem zur Anbindung an den Untergrund auf See aufweist und mit

einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Ausbilden einer solchen Gründung bezüglich der Gründung errichtet worden ist. Das Offshorebauwerk 1 enthält einen Bauwerkabschnitt 2, der in einer Errichtungshöhe h_E oberhalb der Wasserlinie W aufgestellt und errichtet ist. Dieser Bauwerkabschnitt 2 kann insbesondere eine Umrichterplattform zum Umrichten von von offshore aufgestellten Windenergieanlagen erzeugter elektrischer Energie sein, er kann aber auch eine andere Struktur und Funktion beinhalten, beispielsweise eine Wohnplattform zur Unterbringung von auf See arbeitendem Betriebs- und Wartungspersonal, eine Arbeitsplattform oder dgl.

[0042] Der Bauwerkabschnitt 2 ruht auf einer Gründungsstruktur 3, die ein auf dem Meeresgrund M abgesetztes Sockelelement 4 enthält. Das Sockelelement 4 umfasst eine in diesem Ausführungsbeispiel plattenförmig gebildete Basis 5, die aber grundsätzlich auch andere Formen aufnehmen kann, die stets jedoch dem Auflagern auf dem Meeresgrund M bzw. auf einer dort zuvor angebrachten Unterstruktur dient. An der Basis 5 angeordnet und mit dieser insbesondere einstückig verbunden sind Vertikalrohre 6, die im Wesentlichen vertikal verlaufen und mit ihren oberen, offenen Enden 7 oberhalb der Wasserlinie W liegen. Das Sockelelement 4 ist mit seiner Basis 5 auf einem Kiesbett 8 aufgesetzt, welches in einer zuvor am Meeresgrund M ausgehobenen Baugrube eingerichtet und plan gearbeitet worden ist. An seinen Seitenbereichen ist das Sockelelement 4 von einem Kolkenschutz 9 umgeben.

[0043] Aus den oberen Enden 7 der Vertikalrohre 6 heraus ragen Stützsäulen 10, die mit unteren Abschnitten in den Vertikalrohren 7 in später noch zu beschreibender Weise festgelegt sind. Auf den oberen Stirnflächen dieser Stützsäulen 10 ruht der Bauwerkabschnitt 2. Seine Gewichtskraft wird vertikal über die Stützsäulen 10, die Vertikalrohre 6 und das Sockelelement 4 auf den Meeresgrund M abgeleitet und so getragen.

[0044] In Fig. 1 ist schließlich noch mit B die Verlaufslinie einer Bemessungswelle eingetragen, die bei der Auslegung der Errichtungshöhe h_E zugrunde gelegt wird. Diese Bemessungswelle gibt eine nach vorgegebenen Wahrscheinlichkeitskriterien zu erwartende Maximalwellenhöhe an, für die das Offshorebauwerk 1 ausgelegt wird und bei der insbesondere der Bauwerkabschnitt 2 nach wie vor sicher aus der unruhigen See, also dem Wasser ragen und ohne Überflutung stehen muss. Diese Bemessungswelle B hat mithin unmittelbaren Einfluss auf die Bestimmung der Errichtungshöhe h_E .

[0045] Mit dem Bezugszeichen 11 ist eine Tauchleitung angedeutet, die von dem Bauwerkabschnitt 2 in das Meerwasser abgesenkt ist und zum Ansaugen von Meerwasser für die Zwecke der Kühlung von in dem Bauwerkabschnitt 2 angeordneten, zu kühlenden Komponenten eingesetzt ist. Weiterhin ist mit 12 eine Kabelführung angedeutet, die seitlich in die Basis 5 des Sockelelementes 4 eintritt, durch das Innere eines Vertikalrohres 6 sowie der darin angeordneten Stützsäule 10 bis hoch zu dem Bauwerkabschnitt 2 verläuft. Entlang dieser Kabelfüh-

rung 12 kann beispielsweise ein eingehendes Stromkabel geführt sein, welches von einer an eine Umrichterplattform als Bauwerkabschnitt 2 angeschlossenen Windenergieanlage generierte elektrische Energie zu der Umrichterplattform zuführt.

[0046] In Figuren 2 und 3 ist in zwei unterschiedlichen Ansichten, einer Seitenansicht (Fig. 2) und einer Draufsicht (Fig. 3), das Sockelelement 4 noch einmal dargestellt. Dargestellt sind dabei auch im Inneren verborgene Strukturen, die hier mit gestrichelten Linien angedeutet sind.

[0047] In den Bereichen, in denen nicht die Vertikalrohre 6, von denen das Sockelelement 4 insgesamt vier aufweist, die an den Ecken eines Rechteckes angeordnet sind, liegen, sind Trennwände 13 vorgesehen, zwischen denen sich Ballasträume 14 befinden.

[0048] Das Sockelelement 4 ist in dieser Ausführungsform aus stahlarmiertem Beton gebildet, wobei der Beton in seinen Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich seiner Dichte und Porosität, so gewählt und ausgebildet ist, dass er einem über viele Jahre und Jahrzehnte andauernden Einsatz und einer entsprechenden Aufstellung im Seewasser, insbesondere mit den oberen Enden der Vertikalrohre 6, die wie auch die Basis gleichermaßen aus diesem Beton gebildet sind, im Bereich der Übergangszone zwischen Meerwasser und umgebender Luft, standhalten kann.

[0049] Das Sockelelement 4 ist mit seinen Bestandteilen Basis 5 und Vertikalrohre 6 insbesondere einstückig gebildet. Die im Inneren der Basis 5 angeordneten Trennwände 13, die zwischen sich Ballasträume 14 belassen, sind in diesem Ausführungsbeispiel ebenfalls aus Beton, wenngleich sie in gleich wirkender Weise auch aus anderem Material bestehen können. Dabei ist das Sockelelement dergestalt ausgelegt, dass es bei leeren (also luftgefüllten) Ballasträumen 14 schwimmfähig ist, durch Fluten der Ballasträume 14 eine höhere Dichte erreicht und mithin zum Meeresgrund abgesenkt werden kann. Je nach dem mit der Gründung aufzunehmendem Gewicht des Offshorebauwerkes und den zu erwartenden, in horizontaler Richtung anlastenden Kräften aufgrund von Windlast und Lasten durch die Wasserbewegung, wird die Masse des Sockelelementes 4 ausgelegt. Sie beträgt dabei typischerweise mehrere 10'000 Tonnen, insbesondere dann, wenn wie in Fig. 1 dargestellt und bevorzugt die Gründung als reine Schwerkraftgründung ausgebildet ist, also ohne weitere Verankerungen im Meeresgrund allein durch das im vorbereiteten Bett auf dem Meeresgrund aufgesetzte Sockelelement erfolgen soll.

[0050] In den Figuren 4a bis c ist jeweils in einem Längsschnitt ein Ausschnitt aus der erfindungsgemäßen Gründungsstruktur 3 in unterschiedlichen zeitlichen Situationen während des Aufbaus des Offshorebauwerkes 1, insbesondere des Anbringens und Errichtens des Bauwerkabschnittes 2 gezeigt. Vergrößerter Ausschnittsdarstellungen sind zu Fig. 4a in Fig. 5, zu Fig. 4b in Fig. 6 und zu Fig. 4c in den Figuren 7 und 8 dargestellt. In der

nachfolgenden Erläuterung der Darstellung der Figur 4 in den Einzeldarstellungen a bis c wird entsprechend und hinsichtlich besonderer Strukturen auch auf die zugehörigen, oben genannten Figuren 5 bis 8 Bezug genommen, in denen einzelne Details in verbesserter Erkennbarkeit dargestellt und teilweise nur dort mit Bezugszeichen versehen sind.

[0051] In Fig. 4a ist zunächst der Zustand gezeigt, in dem die Gründungsstruktur 3 bereits auf den Meeresgrund abgesenkt ist. Allerdings sind die Stützsäulen 10 noch nicht in der Fig. 1 dargestellten Position befindlich, in denen der Bauwerkabschnitt 2 auf deren oberen stirnseitigen Enden ruht in der Errichtungshöhe h_E . Vielmehr ist hier eine Situation dargestellt, in welcher die Stützsäulen 10 in Gänze im Inneren der Vertikalrohre 6 angeordnet, darin abgesenkt bzw. eingefahren sind. Hier ist also zu erkennen, dass die Vertikalrohre 6 einen ausreichend großen Innendurchmesser aufweisen, um die Stützsäulen 10 in sich aufnehmen zu können. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel verschwinden die Stützsäulen 10 insgesamt in dem Vertikalrohr, so dass in diesem Zustand die Stützsäulen 10 mit ihren oberen stirnseitigen Enden nicht über das obere Ende 7 des jeweiligen Vertikalrohres 6 hinausragen. Die Stützsäulen 10 sind in diesem Ausführungsbeispiel Stahlwandrohre. Sie sind in dem in Fig. 4a gezeigten Ausgangszustand abgesenkt und gegenüber dem Vertikalrohr 6 in Längsrichtung der genannten Elemente verschiebbar innen in jeder Vertikalsäule 6 angeordnet. In diesem Zustand sind jeweils ein Hubantrieb und ein Bündel von durch diesen geführten und mit diesem in Wirkverbindung stehenden Hublitzen 16 umfassende Litzenheber 17 zum Anheben der Stützsäulen 10 vorgesehen. Die Hublitzen 16 erstrecken sich vertikal bis zu einem unteren Ende der jeweiligen Stützsäule 10 und sind dort an Anschlagvorrichtungen 18 angeschlagen. In jeder Vertikalsäule 6 sind dabei Litzenheber in größerer Zahl entlang des Umfanges angeordnet, wobei die Hubantriebe 15 auf an der Innenwand der Vertikalrohre 6 ausgebildeten Montagekonsolen 19 angeordnet und dort festgelegt sind.

[0052] Weiterhin zu erkennen sind auf einer verbreiterten, am oberen Ende 7 um das Vertikalrohr 6 umlaufenden ringförmigen Anschlussfläche 20 aufgesetzte Dämpferelemente 21, bei denen es sich beispielsweise um mit Federpaketen gebildete Federdämpfer handeln kann. Weiterhin sind am oberen Ende 22 der Stützsäulen 10 jeweils auf einer verbreiterten umlaufenden Ringanschlussfläche 23 weitere Dämpferelemente 24 angeordnet, die z.B. Elastomerdämpfer sein können. In der Fig. 4a und in vergrößerter Ausschnittsdarstellung in Fig. 5 ist nun eine Situation gezeigt, in welcher der Bauwerkabschnitt 2, von dem lediglich ein Ausschnitt seines Bodens dargestellt ist, auf die oberen Enden 7 der Vertikalrohre 6 abgestellt wird, wobei ein Abstellen hier auf die Dämpferelemente 21 erfolgt. Mit einer Ausstülpung 25, die im Durchmesser im Wesentlichen dem Innendurchmesser der Stützsäule 10 entspricht und mit sich nach unten hin verjüngenden Wänden gebildet ist, wird der

Boden des Bauwerkabschnittes 2 so abgesetzt, dass diese Ausstülpung 5 in das Innere der Stützsäule 10 hineinragt. Dabei dienen die Dämpferelemente 21 einerseits einem Abpuffern eines beim Aufsetzen des Bauwerkabschnittes 2 auf die oberen Enden 7 der Vertikalrohre 6 ansonsten zu befürchtenden Stoßes, andererseits besorgen sie einen gewissen Ausgleich von in horizontaler Richtung ggf. gegebenen Unebenheiten, wenn also einzelne der Vertikalrohre nicht exakt mit ihren oberen Enden auf einer vertikalen Auflageebene abschließen.

[0053] Ist der Bauwerkabschnitt 2 dann in der wie beschriebenen Weise auf die oberen Enden 7 der Vertikalrohre 6 abgesetzt, wobei dieser Vorgang wie nachfolgend noch näher beschrieben erfolgen kann, wird er durch Anheben, d.h. relativ Verschieben in vertikaler Richtung nach oben, der Stützsäulen 10 relativ zu den Vertikalrohren 6 und aus diesen aus deren oberen Enden 7 heraus in Richtung der Errichtungshöhe h_E verbracht. Dies erfolgt, bis der in Fig. 4b gezeigte Endzustand erreicht ist mit Hilfe der Litzenheber 17, die für ein gleichmäßiges Heben für jedes Vertikalrohr 6 untereinander abgestimmt angesteuert sind und auch bezüglich der jeweiligen Vertikalrohre untereinander sich in Abstimmung befinden, um ein exaktes mit gleichbleibender horizontaler Ausrichtung des Bauwerkabschnittes 2 durchgeführtes Anheben zu besorgen. Der dann erreichte Endzustand ist in Fig. 4b gezeigt mit einer vergrößerten Abschnittdarstellung des oberen Abschnittes eines Vertikalrohres 6 in Fig. 6.

[0054] Bei diesem Hubvorgang sorgen Leit- und Gleitelemente 26, die in zwei Anordnungsebenen segmentartig horizontal um den Umfang der Stützsäule 10 verteilt angeordnet sind, mit entsprechend zylinderabschnittsförmig gebildeten Führungsflächen, insbesondere solche aus Kunststoff, für eine exakte Vertikalführung der Stützsäule 10. Um diese Führung ausüben und eine Ausrichtung der Stützsäule 10 mit deren Längsachse in vertikaler Richtung vornehmen zu können, sind zwischen der Innenwand des Vertikalrohres 6 und einer Führungsfläche Aktuatoren 27 angeordnet, bei denen es sich beispielsweise um Hydraulikzylinder handeln kann. Diese können einzeln in ihrer Andruckkraft so angesteuert werden, dass eine Ausrichtung und eine ausreichende Führung der Stützsäule 10 bei dem Hubvorgang ermöglicht ist.

[0055] Beim Anheben der Stützsäule 10 gelangt zunächst deren oberes Ende 22 mit den Dämpferelementen 24 mit einer Unterseite einer Bodenwand des Bauwerkabschnittes 2 in Eingriff, und es wird der so auf den oberen Enden 23 der Stützsäulen 10 aufgesetzte Bauwerkabschnitt 2 zusammen mit den Stützsäulen 10 emporgehoben. Entsprechend werden die Litzenheber 17 derart gewählt dimensioniert sowie in ihrer Anzahl bemessen sein, dass sie nicht nur das Gewicht der Stützsäulen 10, sondern auch die Auflast des Bauwerkabschnittes 2 anheben können.

[0056] Wenn der in Fig. 4b gezeigte Zustand erreicht ist, können die in dieser Darstellung bereits nicht mehr

auf der Anschlussfläche 20 aufgelegt gezeigten Dämpferelemente 21 entnommen werden.

[0057] In der Fig. 6 ist darüber hinaus noch zu erkennen, dass am unteren Ende der Stützsäule 10 eine Schleppbühne 28 angeordnet ist, die für während eines Hubvorganges ggf. erforderliche Revisionsarbeiten oder aber auch für spätere Wartungs- und Servicearbeiten vorgesehen und entsprechend begehbar ist. Dabei kann - auch noch nach dem fertigen Errichten des Offshorebauwerkes - das Innere der Stützsäulen 10 und damit auch der Vertikalrohre 6 erreicht werden durch eine mit einer entsprechenden Tür bzw. einem Schott verschlossene Zugangsöffnung 29 in der Mantelfläche der Stützsäule 10, die im vollständig angehobenen Zustand der Stützsäule 10 idealerweise auf der Höhe des oberen Endes 7 der Vertikalsäule 6 liegt, so dass dieses obere Ende 7 mit seiner Anschlussfläche 10 als Umlauf und Zugang genutzt werden kann. Für eine Vertikalbewegung im Inneren der Stützsäule 10 sind entsprechende Leitern oder vergleichbare Auf- und Abstiegsmittel vorgesehen.

[0058] Im weiteren Verlauf der Bauwerkserrichtung wird nach Abschluss des Hubvorganges die in Fig. 4c gezeigte und in Ausschnitten gemäß Figuren 7 und 8 dargestellte Situation geschaffen. Dazu wird die Stützsäule 10 in der Vertikalsäule 6 in angehobenem Zustand festgelegt. Mit noch montierten Litzenhebern 17 und von den Hubantrieben verklebten Hublitzen werden Schraubverbindungen zwischen dem Vertikalrohr 6 und der Stützsäule 10 geschaffen. Hierzu werden Gewindestangen 30 durch Vertikalöffnungen in Haltekonsole 31 an der Innenwand des Vertikalrohres 6 geführt und durch weitere mit diesen Öffnungen fluchtende Öffnungen in einem am unteren Ende der Stützsäule 10 angeordneten umlaufenden Auslegeabschnitt 32. Die Gewindestangen werden dann verschraubt, insbesondere mit Schraubverbindungen an einem über die Haltekonsole 31 nach oben vorstehenden Abschnitt und einem unterhalb des Auslegeabschnittes 32 nach unten vorstehenden Abschnitt. Diese Gewindestangen 30 tragen bzw. übertragen die Vertikallasten. Horizontallasten werden von der Stützsäule 10 auf das Vertikalrohr 6 über die Leit- und Gleitelemente 26 abgeführt, die zu diesem Zwecke mit einer vorgegebenen Andruckkraft gegen die Außenwand der Stützsäule 10 gedrückt und dort in geeigneter Weise verriegelt sind, beispielsweise durch Verschrauben oder Anbringen einer Schweißverbindung zwischen zuvor gegeneinander beweglichen und mittels der Aktuatoren 27 bewegbaren Elemente. Die Aktuatoren 27 sind in diesem Zustand entnommen, da sie für die reine Lastübertragung und "Verriegelung" nicht mehr benötigt werden.

[0059] Sind diese beschriebenen und in Fig. 8 näher dargestellten Verbindungen zwischen Stützsäule 10 und Vertikalrohr 6 hergestellt, werden die Litzenheber 17 entnommen, wozu zunächst die Hublitzen 16 von ihren Anschlagspunkten gelöst und im Anschluss die Hubantriebe 17 von den Montagekonsolen 19 gelöst und entnommen werden.

[0060] Im Anschluss wird eine Ringraumdichtung 33

am oberen Ende 7 auf die Vertikalrohre 6 aufgelegt und bis an die Außenwand der Stützsäulen 10 herangeführt, um den Spalt zwischen der Innenwand des Vertikalrohres 6 und der Außenwand der Stützsäule 10 gegen ein mögliches Eindringen von Meerwasser abzudichten. Diese Ringraumdichtung 33 kann beispielsweise durch aufgelegte Stahlplatten geschaffen werden mit entsprechenden Abdichtungen im Bereich der Auflage auf das obere Ende 7 des Vertikalrohres 6 und im Bereich des Anschlusses an die Außenwand der Stützsäule 10. Die Ringraumabdichtung 33 kann dabei zugleich einen von Wartungspersonal oder dgl. begehbaren Boden eines Umlaufes darstellen, von dem aus die Zugangsöffnung 29 zu erreichen ist.

[0061] Am oberen Ende der Stützsäule 10 wird nach Abnahme der Hublizen 16 ebenfalls eine Abdichtung in Form einer Abdichthaube 34 vorgesehen. Diese ist an Punkten, an denen zuvor die Hublizen am oberen Ende der Stützsäule 10 befestigt waren, mit Gewindebolzen 35 verschraubt. In den Anschlussbereichen, in denen die Abdichthaube 34 an der Oberfläche der Stützsäule 10 bzw. der Unterseite des Bauwerkabschnittes 2 anliegt, sind Dichtstrukturen 36 (in Fig. 7 in einer Vergrößerung näher dargestellt) vorgesehen, die auch bei wechselseitig beispielsweise aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnung gegeneinander arbeitenden Elementen weiterhin eine ausreichende Abdichtung gegen eindringendes Wasser oder sonstiger von diesem Bereich fernzuhaltende Substanzen bietet.

[0062] In den Figuren 9 bis 12 sind genommen entlang der in den Darstellungen gemäß Fig. 4 bis Fig. 8 gezeigten Linien Draufsichten bzw. Schnitte dargestellt zur weiteren Veranschaulichung der Struktur und ihrer Anordnungen. In Fig. 9 lässt sich besonders gut die gleichmäßige entlang des Umfanges auf der Anschlussfläche 20 am oberen Ende 7 des Vertikalrohres vorgenommene Anordnung von Dämpferelementen 21 erkennen, wie sie zunächst vorgesehen ist. Auch ist hier gut zu erkennen, dass auf der Ringanschlussfläche 23 am oberen Ende 22 der Stützsäule 10 eine Vielzahl von Dämpferelementen 24 in gleichmäßiger Verteilung über den Umfang angeordnet ist. Schließlich ist auch die gleichmäßig über den Umfang verteilte Anordnung von Litzenhebern 17, in dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind dies zwölf Stück, wobei die Anzahl keinesfalls auf diese beschränkt ist, vielmehr entsprechend jeweiligen Gegebenheiten gewählt werden kann, zu erkennen.

[0063] Die Schnittdarstellung in Fig. 10 zeigt besonders gut den Auslegeabschnitt 32 im unteren Ende der Stützsäule 10 innerhalb des Vertikalrohres 6 mit darin angeordneten, die Anschlagstrukturen 18 bildenden Öffnungen zum Anschließen der Hublizen der Litzenheber sowie Durchgangsöffnungen 37, durch welche die Gewindestangen 30 zum Verbinden der Stützsäule 10 mit dem Vertikalrohr 6 im angehobenen Zustand geführt und anschließend verschraubt werden.

[0064] Der in Fig. 11 gezeigte Schnitt entlang der Linie C in Fig. 6 lässt die Haltekonsole 31 an der Innenwand

des Vertikalrohres 6 erkennen sowie die Anordnung der daran in dieser Ebene angebrachten, umfangsseitig die Stützsäule 10 umgebenden Leit- und Gleitelemente 26, mit ihren zylinderabschnittsförmig gekrümmten, an der Außenseite der Stützsäule 10 anliegenden Anlageflächen und in dieser Darstellung noch angeordneten Aktuatoren 27 zum Anstellen und Justieren der Leit- und Gleitelemente 26.

[0065] In der Schnittdarstellung nach Fig. 12 ist in derselben Schnittebene zu erkennen, dass dort die Leit- und Gleitelemente 26 nicht mehr mit den Aktuatoren 27 verbunden sind, diese sind entnommen. Vielmehr sind die Leit- und Gleitelemente 26 nunmehr festgelegt, z.B. verschweißt oder verschraubt, um mit einer vorbestimmten Andruckkraft auf den äußeren Umfang der Stützsäule 10 zu drücken und entsprechende horizontal wirkende Kräfte aufzunehmen. Auch zu erkennen sind hier die oberen, verschraubten Enden der Gewindestangen 30, die nach oben aus in der Haltekonsole 31 eingebrachten Durchführungsoffnungen 38 (vgl. Fig. 11) vorstehen.

[0066] In Fig. 13 ist - unterteilt in zwölf Phasen - die grundsätzliche Vorgehensweise beim Errichten des mit der erfindungsgemäßen Gründung versehenen Offshorebauwerkes schematisch dargestellt. Dabei wird in einer ersten Phase die Basis 5 eines Sockelelementes in einem Trockendock D produziert. Ist diese Basis 5 fertig gestellt, wird das Trockendock D geflutet und die Basis in der Phase 2 ausgeschleust. Aufgrund der in der Basis 5 angeordneten Ballasträume 14, die in dieser Phase ohne Ballastbefüllung sind, ist die Basis 5 schwimmfähig. In Phase 3 wird bei an einer Kaimauer oder dgl. festgemachter Basis 5 das Sockelelement 4 durch Aufbau der Vertikalrohre 6 fertig gestellt, und es werden die Stützsäulen 10 und die weiteren Einbauten für den Hubmechanismus eingesetzt. Die so vorbereitete Gründungsstruktur 3 wird dann mit einem Schleppschiff S (oder mehreren solcher Schleppschiffe) zu dem Errichtungsort auf dem Seewege verbracht. Dabei ist die Bemessung der Ballasträume im Vergleich zur Gesamtmasse der Gründungsstruktur 3 und dem Volumen derart, dass die Gründungsstruktur 3 schwimmfähig ist, also wie ein Schwimmponton zum Errichtungsort verbracht werden kann. Am Errichtungsort wird, wie schematisch in Phase 7 beschrieben, die Gründungsstruktur 3 durch kontrolliertes Fluten der Ballasträume abgesenkt auf einen Aufstellgrund, der zuvor durch Ausheben einer Baugrube G und Einbringen des Kiesbettes 8 vorbereitet worden war. Mit den oberen Enden 7 ragen die Vertikalrohre 6 aus dem Wasser und liegen mit diesen Bereichen oberhalb der Wasserlinie W. In Phase 8 wird der Kolkschutz 9 angebracht. In Phase 9 wird der Bauwerkabschnitt 2, beispielsweise eine vollständig fertig gebaute Umrichterplattform für einen Offshore-Windpark, z.B. mittels einer Transportbarge so relativ zu den oberen Enden der Vertikalrohre 6 positioniert, dass er in der gewünschten Position darauf abgesetzt werden kann. Im Anschluss wird der Bauwerkabschnitt 2 abgesenkt, beispielsweise durch Fluten von Ballasträumen in der Transportbarge T und

Absenken ihres Tiefganges. So wird die in Phase 10 dargestellte Position erreicht, in der die Transportbarge abgezogen ist und der Bauwerkabschnitt 2 sicher auf den oberen Enden der Vertikalrohre 6 ruht. Anschließend erfolgt das Anheben wie oben geschildert und Festlegen der Stützsäulen 10 relativ zu den Vertikalrohren 6, so dass der Bauwerkabschnitt 2 dann in der vorgegebenen Errichtungshöhe oberhalb der Wasseroberfläche W ruht und das Offshorebauwerk 1 insgesamt fertig gestellt ist.

[0067] In Fig. 14 ist schematisch dargestellt, dass mit der erfindungsgemäßen Gründung auch eine Mehrzahl von Offshorebauwerken 1 nebeneinander im Verbund angeordnet werden können, wobei jedes der Offshorebauwerke 1 eine eigene Gründungsstruktur 3 aufweist zwischen den Basen 5 der jeweiligen Gründungsstrukturen 3 lediglich in ausreichendem Maße Kolksschutz 9 vorgesehen ist.

[0068] In Fig. 15 ist schließlich in zwei Darstellungen a und b schematisch eine alternative Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Gründung bzw. eines Gründungssystems skizziert. Wesentlicher Unterschied ist hier, dass ein Sockelelement 40 vorgesehen ist, welches eine kreisrunde Aufstandfläche und lediglich ein Vertikalrohr 6 aufweist, in welchem die Stützsäule 10 in wie oben bereits beschriebener Weise relativ zu dem Stützrohr 6 verlagerbar und nach diesem festlegbar angeordnet ist. Auch auf einem solchen Gründungssystem kann ein Bauwerkabschnitt 2 in einer Errichtungshöhe h_E oberhalb einer Wasseroberfläche W angeordnet werden. Auch hier ist, wie sich aus Fig. 15a ergibt, das Sockelelement 40 derart bemessen, dass bei abgesenktem Zustand das obere Ende 7 des Vertikalrohres 6 oberhalb der Wasseroberfläche W jedoch unterhalb der Errichtungshöhe h_E liegt.

[0069] Die Vorgehensweise zum Errichten eines Bauwerkes auf einer solchen Gründung bzw. zum Anbringen der Gründung ist analog der oben beschriebenen, so dass auf die vorstehenden Ausführungen Bezug genommen werden kann.

[0070] Wie sich insbesondere aus dem zuletzt dargestellten Ausführungsbeispiel ergibt, kann die konkrete Ausgestaltung hinsichtlich der Geometrie und Form der Gründung unterschiedlich sein, wird abhängig vom jeweiligen Einsatzzweck gewählt werden.

Bezugszeichenliste

[0071]

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Offshorebauwerk |
| 2 | Bauwerkabschnitt |
| 3 | Gründungsstruktur |
| 4 | Sockelelement |
| 5 | Basis |
| 6 | Vertikalrohr |
| 7 | oberes Ende |
| 8 | Kiesbett |
| 9 | Kolksschutz |

- | | |
|-------|------------------------|
| 10 | Stützsäule |
| 11 | Tauchleitung |
| 12 | Kabelführung |
| 13 | Trennwand |
| 5 14 | Ballastraum |
| 15 | Hubantrieb |
| 16 | Hublitzen |
| 17 | Litzenheber |
| 18 | Anschlagvorrichtung |
| 10 19 | Montagekonsole |
| 20 | Anschlussfläche |
| 21 | Dämpferelement |
| 22 | oberes Ende |
| 23 | Ringanschlussfläche |
| 15 24 | Dämpferelement |
| 25 | Ausstülpung |
| 26 | Leit- und Gleitelement |
| 27 | Aktuator |
| 28 | Schleppbühne |
| 20 29 | Zugangsöffnung |
| 30 | Gewindestange |
| 31 | Haltekonsole |
| 32 | Auslegerabschnitt |
| 33 | Ringraumdichtung |
| 25 34 | Abdichthaube |
| 35 | Gewindebolzen |
| 36 | Dichtstrukturen |
| 37 | Durchgangsöffnung |
| 38 | Durchführungsöffnung |
| 30 40 | Sockelelement |
| B | Bemessungswelle |
| D | Trockendock |
| G | Baugrube |
| h_E | Errichtungshöhe |
| 35 M | Meeresgrund |
| S | Schleppschiff |
| T | Transportbarge |
| W | Wasserlinie |

Patentansprüche

1. Verfahren für die Gründung eines mit einem Bauwerkabschnitt in einer vorbestimmten Errichtungshöhe oberhalb der Wasseroberfläche zu errichtenden Offshorebauwerks mit folgenden Schritten:

- a) Absenken eines Sockelelements mit wenigstens einem fest mit diesem verbundenen Vertikalrohr, welches in seinem Innern ein relativ zu diesem in seiner Längsrichtung verlagerbares Säulenelement aufweist, auf den Meeresgrund, so dass ein oberes, offenes Ende des Vertikalrohres oberhalb der Wasseroberfläche, jedoch unterhalb der Errichtungshöhe liegt,
- b) Absetzen des in der vorbestimmten Errichtungshöhe zu errichtenden Bauwerkabschnitts auf dem obere Ende des wenigstens einen Ver-

- tikalrohrs,
 c) Anheben des Säulenelements und Verlagern desselben relativ zu dem Vertikalrohr, wobei der in einer vorbestimmten Errichtungshöhe zu errichtende Bauwerkabschnitt auf einem oberen Ende des Säulenelements ruht, bis der Bauwerkabschnitt die vorbestimmte Errichtungshöhe erreicht hat,
 d) Festlegen des Säulenelementes an dem Vertikalrohr, um ein Absinken des erstgenannten zu verhindern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sockelelement als schwimmfähiger Ponton gestaltet ist und zunächst schwimmend zu der Stelle verbracht wird, an der es abgesenkt werden soll, wobei das Absenken durch Fluten von Ballasträumen in dem Ponton erfolgt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das obere Ende des Vertikalrohrs, auf das der Bauwerkabschnitt in Schritt b) aufgesetzt wird, zuvor Puffer- bzw. Dämpferelemente aufgesetzt und diese vorzugsweise nach erfolgtem Anheben des Säulenelements wieder entfernt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anheben des Säulenelements mittels wenigstens eines Litzenhebers, vorzugsweise mittels mehrerer entlang des Umfangs des Vertikalrohrs verteilter Litzenheber erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Anhebens des Säulenelements in Schritt c) eine aktive Umfangsführung mittels radial an das Säulenelement andrückbarer Gleit- und Führungselemente erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Festlegen des Säulenelements relativ zu dem Vertikalrohr lösbar erfolgt, insbesondere mittels Schraubverbindungen.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Schritt d) im Bereich des oberen Endes des Vertikalrohrs ein Ringspalt zwischen dem Vertikalrohr und dem an dessen oberen Ende aus diesem austretenden Säulenelement wasserdicht abgedichtet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sockelelement zwei oder mehr fest mit diesem verbundene Vertikalrohre enthält, in denen jeweils im Innern ein
- relativ zu dem jeweiligen Vertikalrohr in dessen Längsrichtung verlagerbares Säulenelement angeordnet ist, wobei in Schritt b) der in der vorbestimmten Errichtungshöhe zu errichtende Bauwerkabschnitt auf den oberen Enden aller Vertikalrohre abgesetzt und anschließend in Schritt c) alle Säulenelemente gleichzeitig und derart abgestimmt angehoben werden, dass der Bauwerkabschnitt austariert in bis zu der Errichtungshöhe verbracht wird.
9. Gründungssystem, insbesondere Schwerkraft-Gründungssystem, für ein einen in einer vorbestimmten Errichtungshöhe (h_E) oberhalb des Meeresspiegels (M) zu errichtenden Bauwerkabschnitt (2) aufweisendes Offshorebauwerk (1) mit
- a) einem auf den Meeresgrund (M) absenkbaren Sockelelement (4) und wenigstens einem mit dem Sockelelement (4) fest verbundenen Vertikalrohr (6), welches bei auf dem Meeresgrund (M) abgesenktem Sockelelement (4) mit einem oberen Ende (7) oberhalb der Wasseroberfläche (W), jedoch unterhalb der Errichtungshöhe (h_E) liegt,
 b) einem in dem Vertikalrohr (6) angeordneten, relativ zu diesem in dessen Längsrichtung verlagerbaren Säulenelement (10) und
 c) Mitteln (17) zum Heben des Säulenelements (10) mit darauf auflastendem Bauwerkabschnitt (2) bis zu der Errichtungshöhe (h_E).
10. Gründungssystem nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** im oberen Bereich des Vertikalrohrs (6) auf der Innenseite an dessen Wand angeordnete Montagekonsolen (19), **durch** an einem unteren Abschnitt des Säulenelements (10) angeordnete Anschlagvorrichtungen (18) sowie **durch** Litzenheber (17) mit Hublitzen (16) und Litzenantrieben (15) und Mitteln zum vorübergehenden Verbinden der Hublitzen (16) mit den Anschlagvorrichtungen (18) sowie Mitteln zum vorübergehenden Festlegen der Litzenantriebe (15) an den Montagekonsolen (19).
11. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **gekennzeichnet durch** wenigstens ein auf der oberen Stirnseite (23) des Säulenelementes (10) angeordnetes Pufferelement (24), insbesondere einen Elastomerpuffer.
12. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **gekennzeichnet durch** Verbindungsstrukturen (30) zum lösbaren Verbinden des Säulenelements (10) mit dem Vertikalrohr (6) und Fixieren des ersten in seinem angehobenen Zustand.
13. Gründungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Säulenelement (10) ebenfalls rohrförmig ausgebil-

det ist und dass Revisionszugänge (29) in das Innere des Vertikalrohrs (6) und des Säulenrohrs (10) vorhanden sind.

14. Gründungssystem nach Anspruch einem der Ansprüche 9 bis 13, **gekennzeichnet durch** in dem Vertikalrohr (6) angeordnete, radial in dessen Inneres gerichtete und über den Umfang des Säulenelementes (10) verteilte Leit- und Gleitelemente (26), die insbesondere mittels Aktuatoren (27) in ihrer auf das Säulenelement (10) gerichteten Andruckkraft einstellbar sind. 5
10

15. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Sockelelement (4) wenigstens zwei, vorzugsweise mehr als zwei Vertikalrohre (6) fest angeordnet sind, die bei abgesenktem und auf dem Meeresgrund (M) aufgesetztem Sockelelement (4) mit ihren offenen oberen Enden (7) über die Wasseroberfläche (W) vorstehen, aber unterhalb der Errichtungshöhe (h_E) liegen und die mit ihren oberen Enden (7) eine im Wesentlichen horizontale Auflageebene aufspannen, wobei in jedem der Vertikalrohre (6) je ein in Längsrichtung des jeweiligen Vertikalrohrs (6) relativ zu diesem verlagerbares Säulenelement (10) angeordnet ist. 15
20
25

16. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sockelelement (4) mit den daran angeordneten Vertikalrohren (6) als schwimmfähiges, insbesondere pontonartiges, Element mit Ballasträumen (14) ausgebildet ist, welches durch Füllen der Ballasträume (14) mit einem Ballastmedium, insbesondere Meerwasser, auf den Meeresgrund (M) absenkbar ist. 30
35

17. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sockelelement (4) und die daran angeformten Vertikalrohre (6) einstückig aus Beton, insbesondere stahlarmiertem Beton, gebildet sind, und dass das Säulenelement (10) eine äußere Metall-, insbesondere Stahlwand aufweist. 40
45

18. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **gekennzeichnet durch** Abdichtmittel (33) zum Abdichten des Ringspaltes zwischen der Innenwand des wenigstens einen Vertikalrohres (6) und der Außenwand des darin angeordneten Säulenelements (10) am oberen Ende (7) des Vertikalrohrs (6) und in angehobener Position des Säulenelements (10). 50

55

Fig. 1

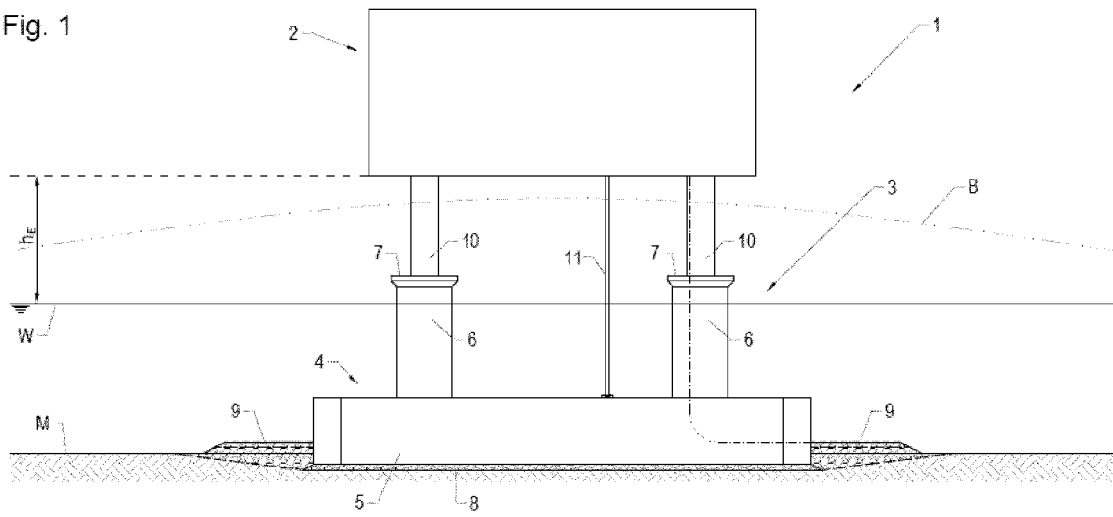


Fig. 3

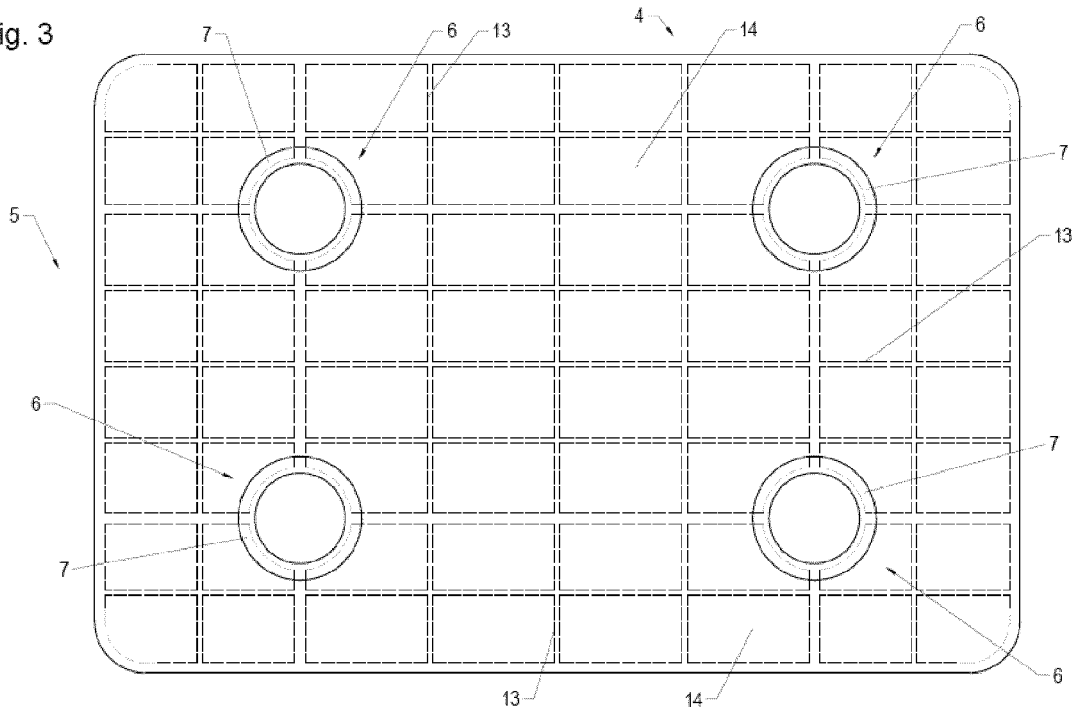


Fig. 2

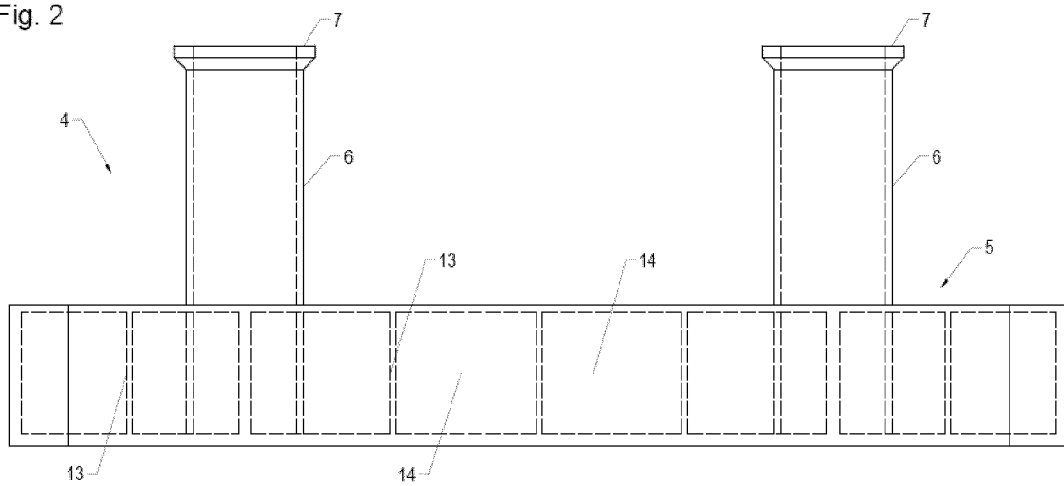
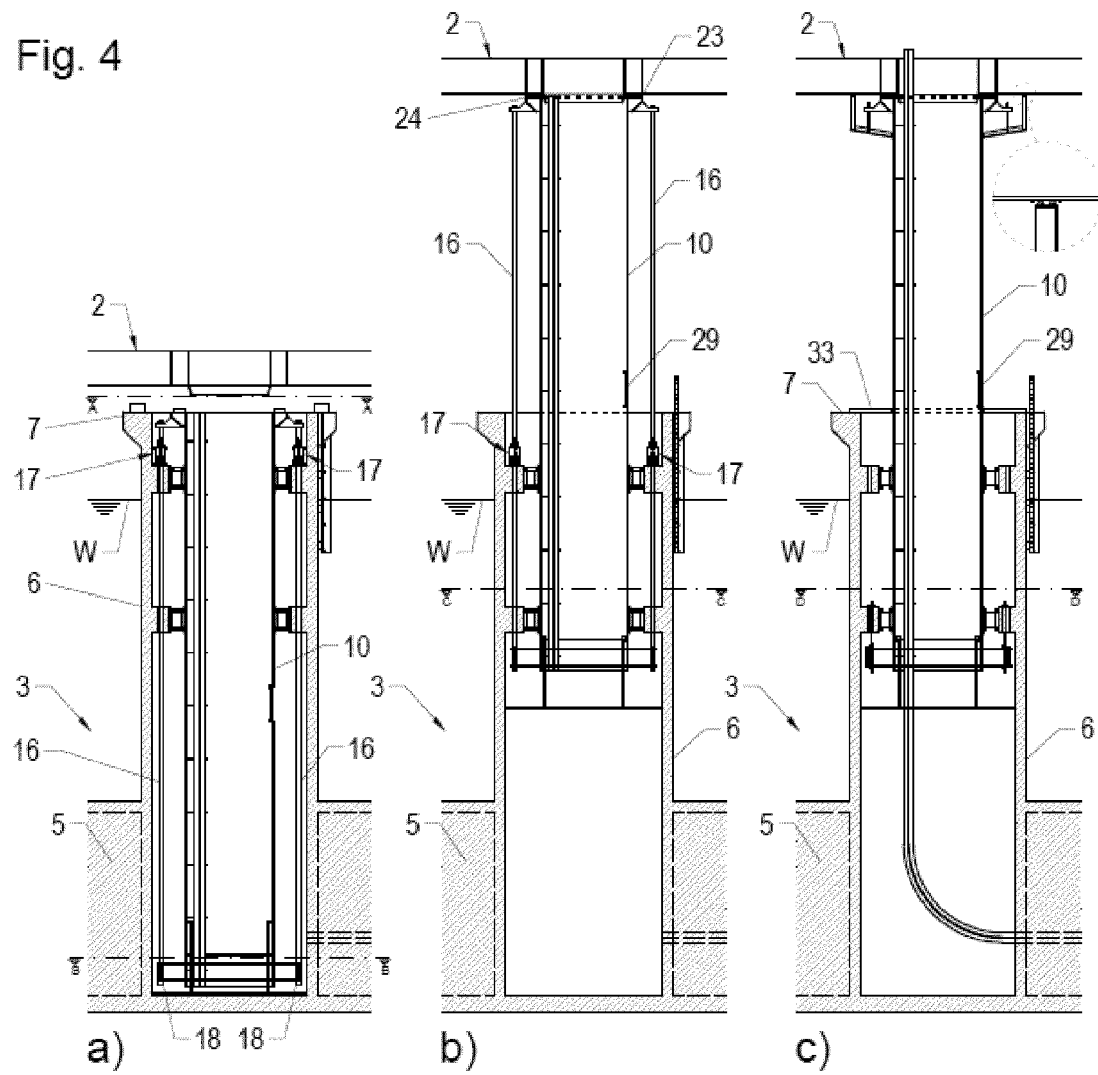


Fig. 4



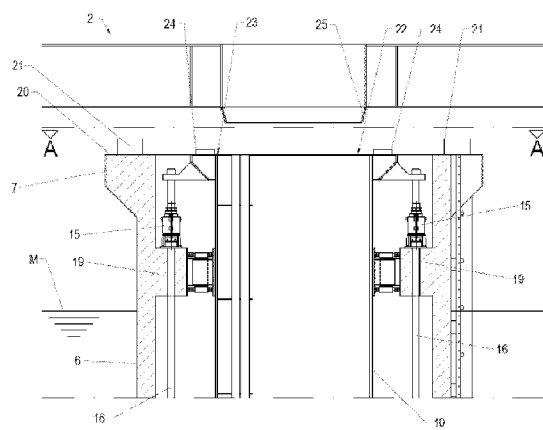


Fig. 5

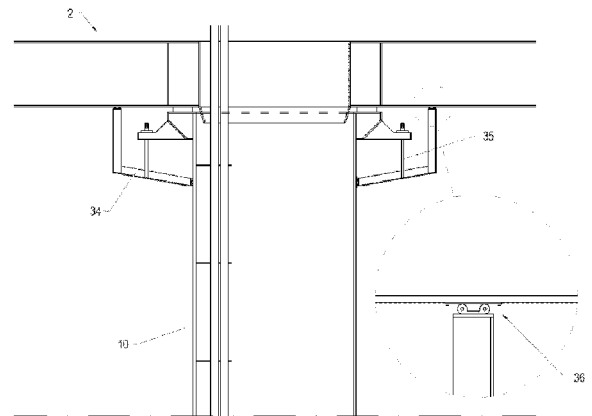


Fig. 7

Fig. 6

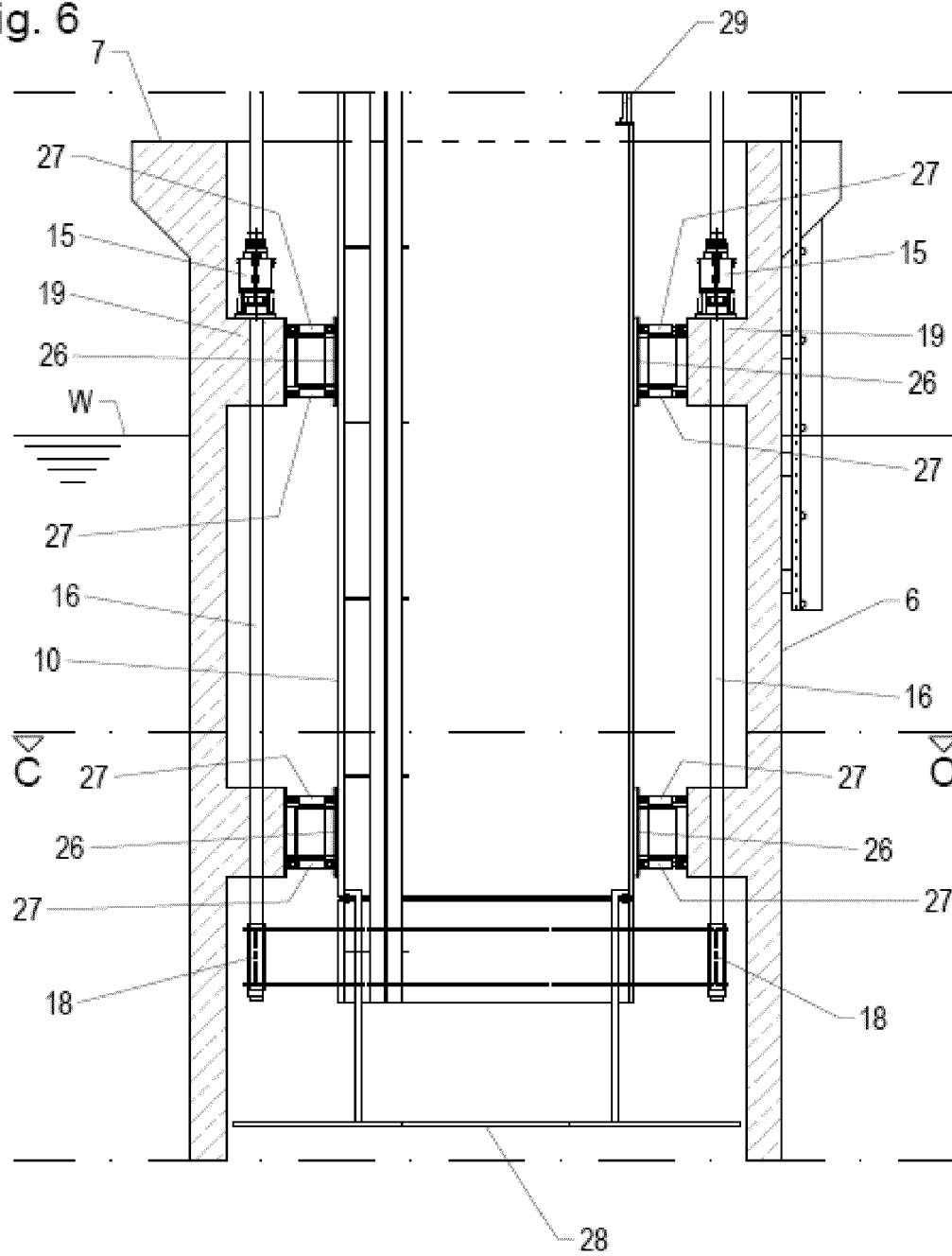
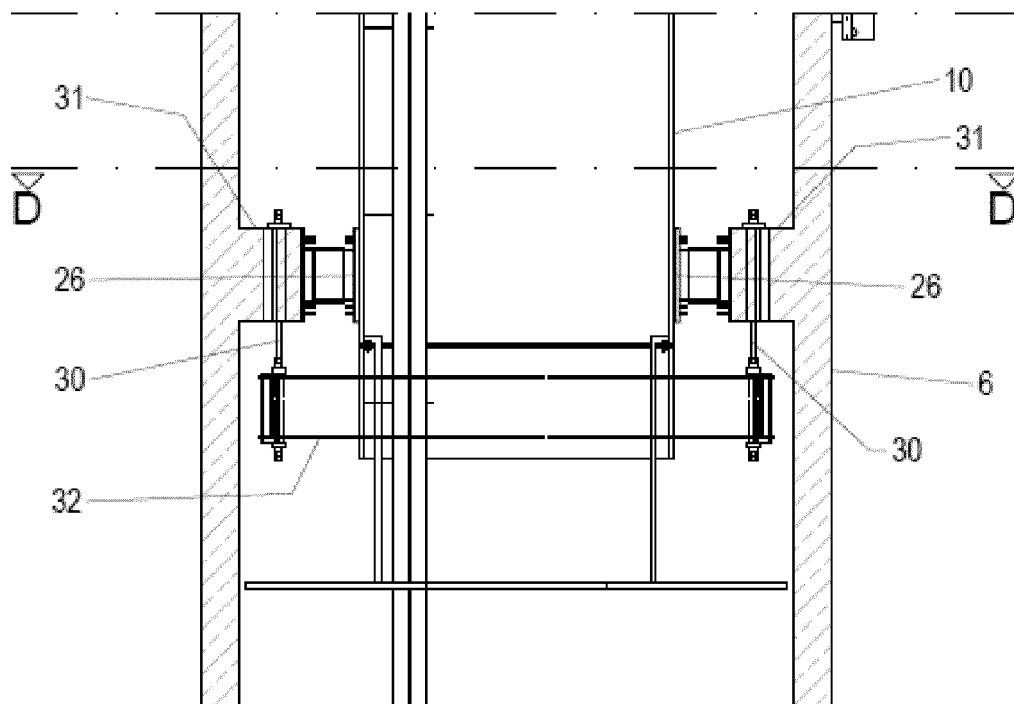


Fig. 8



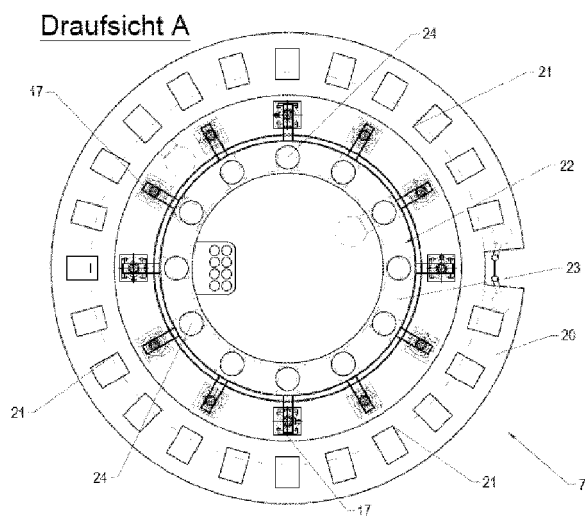


Fig. 9

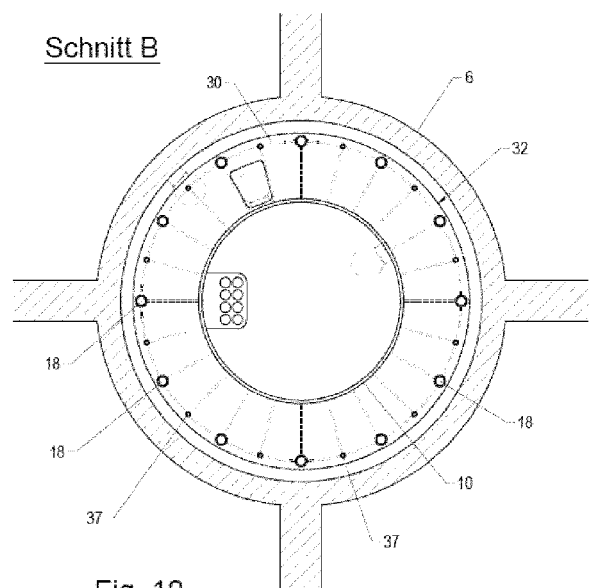


Fig. 10

Schnitt C

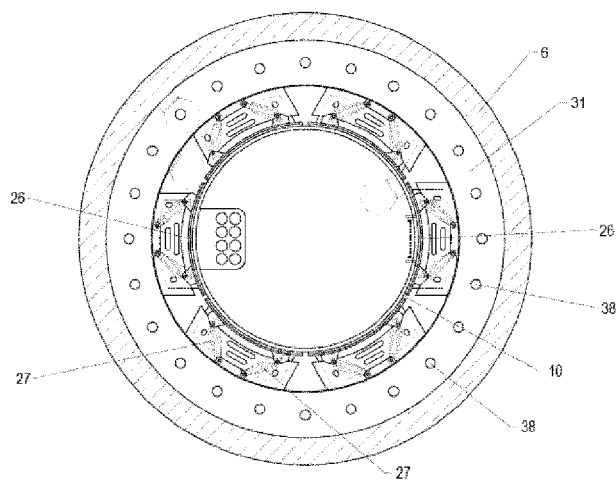


Fig. 11

Schnitt D

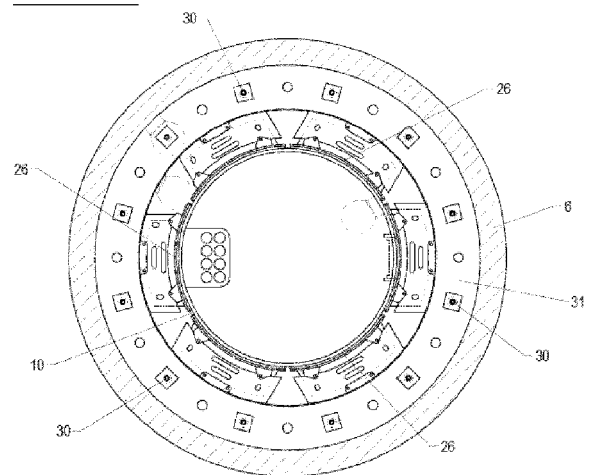


Fig. 12

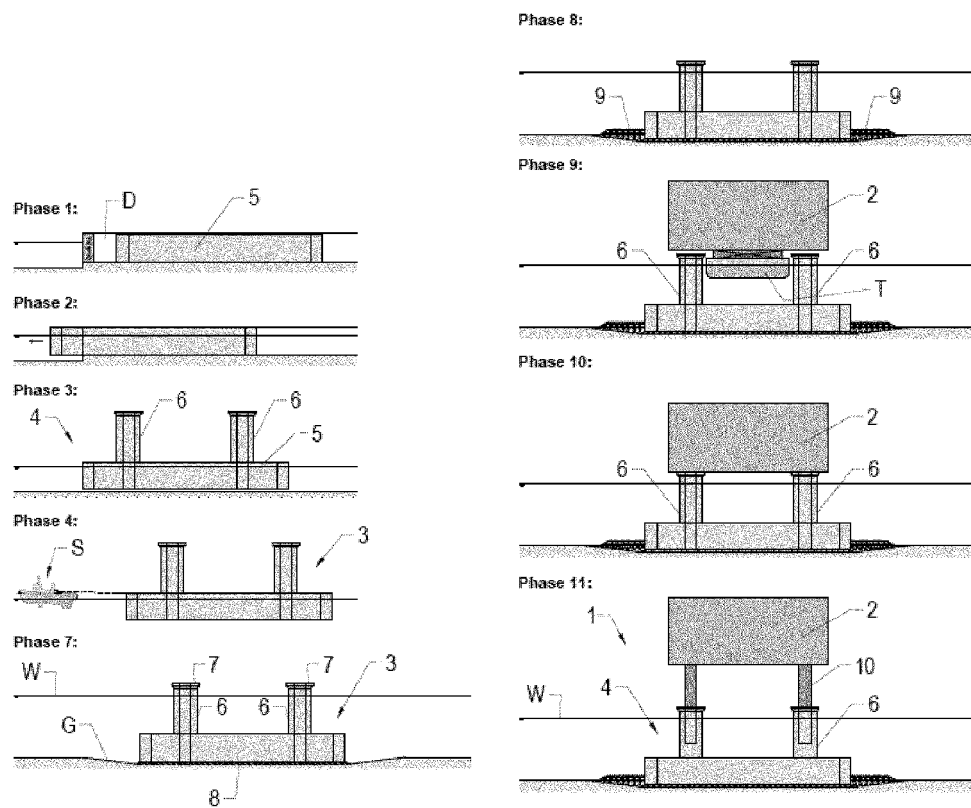


Fig. 13

Fig. 14

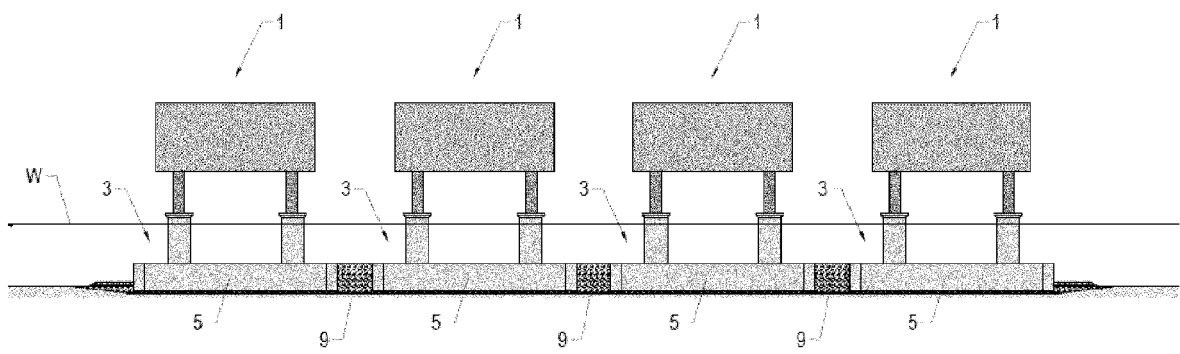
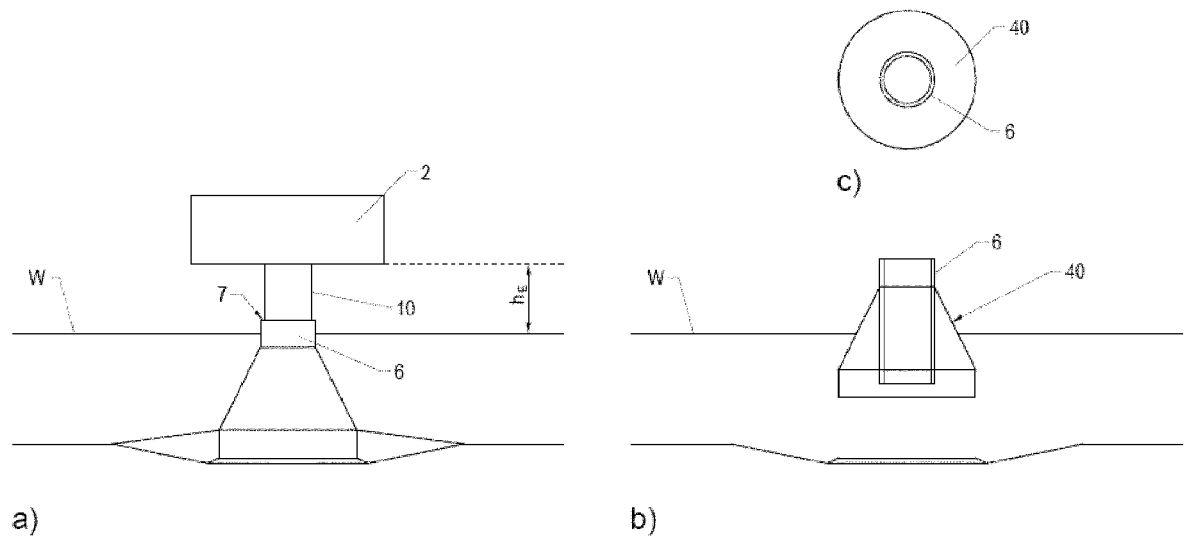


Fig. 15





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 17 2300

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 735 197 A1 (KAJIMA CORP [JP]) 2. Oktober 1996 (1996-10-02)	1,2,5,9,12,16	INV. E02D23/02
Y	* Spalte 6, Zeile 17 - Spalte 9, Zeile 26; Abbildungen 1-10 *	4,10	E02D27/42 E02B17/02
Y,D	DE 20 2010 010094 U1 (WERNER MOEBIUS ENGINEERING GMBH [DE]) 10. November 2011 (2011-11-10)	4,10	
A	* Zusammenfassung; Ansprüche 1-13; Abbildungen 1-23 *	1-3,5-9, 11-18	
A,D	DE 24 42 186 A1 (MANNESMANN ROEHREN WERKE AG) 11. März 1976 (1976-03-11) * das ganze Dokument *	1-18	
A	FR 1 210 952 A (M.ROBERT VILHELM GELLERSTAD) 11. März 1960 (1960-03-11) * das ganze Dokument *	1,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D E02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Dezember 2012	Prüfer Friedrich, Albert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 17 2300

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-12-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0735197 A1	02-10-1996	EP 0735197 A1	02-10-1996
		JP 2964640 B2	18-10-1999
		NO 962548 A	14-08-1996
		US 5803668 A	08-09-1998
		WO 9516829 A1	22-06-1995
DE 202010010094 U1	10-11-2011	KEINE	
DE 2442186 A1	11-03-1976	DE 2442186 A1	11-03-1976
		FR 2283047 A1	26-03-1976
		GB 1517217 A	12-07-1978
		NL 7510126 A	04-03-1976
		NO 752961 A	03-03-1976
FR 1210952 A	11-03-1960	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- DE 202010010094 U1 **[0010]**
- DE 102007002314 A1 **[0010]**
- DE 2442186 **[0010]**
- DE 2722747 **[0010]**