



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.04.2014 Patentblatt 2014/15

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

(21) Anmeldenummer: **13004714.5**

(22) Anmeldetag: **28.09.2013**

(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

(72) Erfinder: **Rossow, Hans-Adalbert**
18437 Stralsund (DE)

(74) Vertreter: **Riedel, Peter et al**
Patent- und Rechtsanwalts-Kanzlei
Dipl.-Ing. W. Jackisch & Partner
Menzelstrasse 40
70192 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **02.10.2012 DE 102012019368**

(71) Anmelder: **STRABAG Offshore Wind GmbH**
70567 Stuttgart (DE)

(54) **Korrekturelement für die Errichtung einer Gründung im Offshore-Bereich sowie Gründungssystem und Verfahren zur Errichtung einer solchen Gründung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Korrekturlement (11) für die Errichtung einer Gründung für ein Offshore-Bauwerk mit Mitteln zur Korrektur der Ausrichtung einer Gründungsstruktur (3). Die Erfindung betrifft außerdem ein Gründungssystem (1) mit einem solchen Korrekturlement (11) sowie ein Verfahren zur Errichtung einer Gründung mittels eines solchen Gründungssystems (1). Bei der Gründung werden Gründungspfähle (8) in den Meeresboden (2) getrieben und rohrförmige Fußabschnitte (4) einer Gründungsstruktur (2) mit jeweils einem Gründungspfahl (8) ineinander geschoben, ausgerichtet und anschließend dauerhaft verbunden. Um eine Errichtung einer Gründung eines Offshore-Bauwerks mit möglichst geringem Aufwand bei präziser und möglichst dauerhafter Ausrichtung bis zur dauerhaften Verbindung zu ermöglichen, ist das Korrekturlement erfindungsgemäß als Korrekturkragen (11) mit mehreren axial beabstandeten Ringscheiben (13, 14, 15, 16) ausgebildet, wobei die Korrekturmittel wenigstens ein hydraulisch betätigbares Arbeitselement (19, 20, 21) umfassen, welches in dem jeweiligen Zwischenraum der Ringscheiben (13, 14, 15, 16) angeordnet ist.

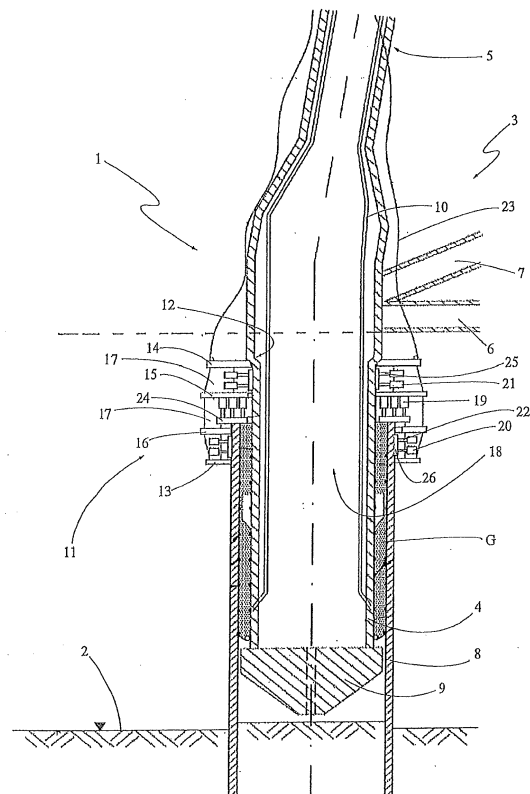


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Korrekturlement für die Errichtung einer Gründung im Offshore-Bereich gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner gemäß Anspruch 9 ein Gründungssystem mit einem solchen Korrekturlement. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Errichtung einer Gründung im Offshore-Bereich mittels eines solchen Gründungssystems gemäß Anspruch 13.

[0002] Offshore-Bauwerke, insbesondere sogenannte Offshore-Windenergieanlagen werden im Meer installiert, beispielsweise in Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee. Die Offshore-Windenergieanlagen sind dabei extremen Bedingungen ausgesetzt und werden in verschiedenen Wassertiefen mit Hilfe einer Gründung am Meeresboden verankert. Dabei sind verschiedene Offshore-Gründungssysteme bekannt. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Gründungen, bei denen eine Gründungsstruktur, deren Fußabschnitte rohrförmig ausgebildet sind, auf Gründungspfählen befestigt wird, beispielsweise sogenannte Jacket-Gründungen. Jacket-Gründungen umfassen eine als räumliches Fachwerk ausgeführte Gründungsstruktur aus Stahl zur Stützung der eigentlichen Windenergieanlage.

[0003] Bei der Errichtung einer Jacket-Gründung werden in der Regel drei oder vier Gründungspfähle in den Meeresboden gerammt und die Gründungsstruktur mit ihren rohrförmigen Fußabschnitten mittels entsprechender Hebeeinrichtungen auf die Gründungspfähle abgesenkt, wobei Gründungspfahl und Fußabschnitt ineinander geschoben werden. Nach dem Einrammen in den Meeresboden können die Gründungspfähle aufgrund von Ungenauigkeiten bei der Installation, beispielsweise Messfehler, unterschiedlich weit aus dem Meeresboden hervorragen, so dass die freien Enden der Gründungspfähle nicht komplanar liegen. In diesen Fällen ist eine Ausrichtung der Gründungsstruktur erforderlich, um eine präzise Montage der Windenergieanlage zu ermöglichen. Nach der Ausrichtung wird die Gründungsstruktur dauerhaft an den Gründungspfählen befestigt, beispielsweise durch sogenanntes VergROUTEN, wobei der Zwischenraum der zu verbindenden Bauteile mit einem VergROUTENmaterial, oft ein Spezialbeton, befüllt wird.

[0004] Bei der herkömmlichen Errichtung der Gründung werden oft StahlaUflagerplatten zwischen dem Gründungspfahl und dem aufliegenden Fußabschnitt der Gründungsstruktur verwendet. Zudem werden oft Elastomerlager am Fußabschnitt der Jacket-Gründungsstruktur eingesetzt. Das Elastomerlager verhindert dabei eine Kraftübertragung durch die verbundenen Stahlteile nach dem VergROUTEN und stellt sicher, dass eine Kraftübertragung ausschließlich über die GROUTfuge bzw. das GROUTmaterial erfolgt. Sowohl die StahlaUflagerplatten als auch die Elastomerlager verbleiben nach der Errichtung des Offshore-Bauwerks in dessen Gründung.

[0005] Der Vorgang des Ausrichtens ist sehr aufwendig und wird durch Bewegungen erschwert, die im We-

sentlichen durch Wellengang hervorgerufen werden. Selbst nach einer Ausrichtung der Gründungsstruktur kann sich die Gründungsstruktur in der Zeit bis zum dauerhaften Verbinden, das häufig durch ein später am Einsatzort eintreffendes Service-Schiff durchgeführt wird, noch verschieben, so dass ein erneutes Ausrichten erforderlich wird.

[0006] DE 10 2008 000 382 A1 offenbart ein Korrekturlement mit Mitteln zur Ausrichtung der Gründung einer Offshore-Windenergieanlage, welches als Zwischenstück zwischen Mast und Gründung eingesetzt wird. Die Korrekturmitten sind im Wesentlichen durch zwei Teilelemente mit jeweils geneigten Verbindungsflächen gebildet. Die Verbindungsflächen der Teilelemente liegen aufeinander, wobei durch Rotation um die schräge Verbindungsfläche ein einstellbarer Knick zwischen Zwischenstück und Gründung erzeugt wird, der eine Schrägstellung der Gründung kompensieren soll.

[0007] Das bekannte Korrekturlement wird dauerhaft montiert und benötigt mehrere teure Verbindungsflansche, da ein sicherer und auch dauerhafter Halt über lange Zeit erforderlich ist. Zudem muss die Bewegung der Teilelemente während der Montage unter Wasser genau überwacht werden, was eine aufwendige Beobachtung der Unterwasserbaustelle während der Ausrichtung erforderlich macht.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Korrekturlement für die Errichtung einer Gründung im Offshore-Bereich zu schaffen, durch das mit möglichst geringem Aufwand und möglichst geringen Kosten für die Errichtung von Gründungen bei präziser und möglichst beständiger Ausrichtung bis zur dauerhaften Verbindung das Verfahren zur Errichtung einer solchen Gründung ausgeführt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Korrekturlement für die Errichtung einer Gründung im Offshore-Bereich mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Außerdem wird diese Aufgabe durch ein Gründungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Ferner wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Errichtung einer Gründung im Offshore-Bereich mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

[0010] Nach einem Aspekt der Erfindung ist das Korrekturlement als Korrekturkragen mit mehreren axial beabstandeten Ringscheiben ausgebildet, wobei die Korrekturmitten wenigstens ein hydraulisch betätigbares Arbeitselement umfassen. Das wenigstens eine Arbeitselement ist in dem jeweiligen Zwischenraum der Ringscheiben angeordnet. Unter einer Ringscheibe wird dabei ein scheibenförmiger Körper mit einer ringförmigen Oberfläche verstanden. Der durchgängige Innenraum wird dabei vom Innendurchmesser der Ringscheibe bestimmt.

[0011] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Korrekturkragen Teil eines Gründungssystems für die Gründung eines Offshore-Bauwerks mit einer Gründungsstruktur, deren Fußabschnitte rohrförmig ausgebildet sind. Das Gründungssystem umfasst außerdem

Gründungspfähle für jeden Fußabschnitt der Gründungsstruktur zum Eintrieb in den Meeresboden sowie eine Verbindungseinrichtung zum dauerhaften Verbinden der Fußabschnitte der Gründungsstruktur mit den jeweiligen Gründungspfählen.

[0012] Der Korrekturkragen wird zwischen dem Gründungspfahl und der Gründungsstruktur positioniert und ermöglicht durch hydraulische Betätigung des wenigstens einen Arbeitselements eine ferngesteuerte und kräftige Einwirkung auf die auszurichtende Baugruppe. Auf diese Weise kann mit der hohen hydraulischen Kraft der hydraulischen Arbeitselemente je nach Anzahl und Anordnung mehrerer Arbeitselemente eine Vielzahl von Relativbewegungen zwecks Ausrichtung der Gründungsstruktur (fern)gesteuert werden. Ferner ist insbesondere mit Arbeitselementen, welche axial auf den Abstand der Ringscheiben wirken, ein Niveaueausgleich möglich. Die betätigten Arbeitselemente können zudem in der einmal eingenommenen Position hohe Haltekräfte aufbringen und daher die Baugruppe in der ausgerichteten Position stabil halten, bis eine dauerhafte Verbindung hergestellt wird.

[0013] Der erfindungsgemäße Korrekturkragen kombiniert die vorteilhafte Eigenschaft der hydraulischen und damit präzisen und zudem fernbedienbaren Ausrichtbarkeit der Gründungsstruktur mit der Eigenschaft, die Gründungsstruktur bis zum endgültigen und dauerhaften Verbinden mit den Gründungspfählen stabil in der ausgerichteten Position zu halten. Sollte sich in dem Zeitabschnitt zwischen dem Ausrichten und dem späteren dauerhaften Verbinden eine erneute Abweichung von der idealen Ausrichtung ergeben, beispielsweise aufgrund schlechter Wetterbedingungen, kann vor dem Verbinden noch eine hydraulische Korrektur der Ausrichtung vorgenommen werden.

[0014] Der Korrekturkragen wird vor dem Absenken der Gründungsstruktur in einem Abstand von dem freien Ende eines Fußabschnitts montiert, so dass der Korrekturkragen mit einer seiner Ringscheiben auf dem Gründungspfahl aufliegt. Der erfindungsgemäße Korrekturkragen kann bereits vorteilhaft vor dem Transport der Gründungsstruktur zum vorgesehenen Errichtungsort für die Gründung an der Gründungsstruktur angebracht werden, insbesondere sicher und zeitsparend bereits an Land vormontiert werden.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gründungssystems für die Gründung einer Offshore-Windenergieanlage sind die Gründungspfähle rohrförmig und die Fußabschnitte mit einem kleineren Außendurchmesser als dem Innendurchmesser der Gründungspfähle ausgebildet. Dadurch ist eine besonders einfache Montage des Korrekturkragens an der leicht zugänglichen Außenseite der Gründungsstruktur gegeben. Bei der Errichtung der Gründung werden die Fußabschnitte der Gründungsstruktur in den offen liegenden Zylinder der Gründungspfähle eingeführt. Zudem ermöglicht die Montage des Korrekturkragens an der Außenseite einen späteren Zugriff auf den Korrekturkragen, beispielsweise für eine Bergung des Korrekturkragens. Der Korrekturkragen ist bei einer demontierbaren Gestaltung wieder verwendbar, so dass die Kosten für die Errichtung einer Gründung reduziert sind.

[0016] Eine obere Ringscheibe des Korrekturkragens, welche die abseits des freien Endes liegende Stirnseite des Korrekturkragens bildet, wird an der Gründungsstruktur axial abgestützt, insbesondere an einer hierfür an der Gründungsstruktur ausgebildeten radialen Stützkontur. Die Stützkontur kann dabei durch einen Absatz bzw. eine örtliche Reduzierung des Durchmessers des Fußabschnitts oder jede andere Art von radialem Abstützmittel gebildet sein, an der sich der Korrekturkragen nach seiner Montage an der Gründungsstruktur axial abstützen kann. Der Korrekturkragen bildet dadurch einen Anschlag für die Gründungsstruktur, der das Absenken in den Innenraum des Gründungspfahls begrenzt, wenn der Korrekturkragen zum Aufliegen auf der frei liegenden Ringfläche des jeweiligen Gründungspfahls kommt.

[0017] Mit dem Aufliegen der Gründungsstruktur ist die Montagephase, in der ein Hebezeug eingesetzt wird, beendet, da eine anschließende Ausrichtung erfindungsgemäß hydraulisch erfolgt. Liegt der Korrekturkragen auf dem Gründungspfahl auf, so ist eine präzise Ausrichtung der Gründungsstruktur mit Hilfe der hydraulisch betätigbaren Arbeitselemente möglich. Dabei wird nach dem Absetzen der Gründungsstruktur mit dem vormontierten Korrekturkragen die Gründungsstruktur auf lotrechten Stand kontrolliert und bei Feststellen von Abweichungen das hydraulische Ausrichten eingeleitet. Auf diese Weise können die Einsatzzeiten eines Service-Schiffes, welches das Hebezeug führt, verkürzt werden, da das Service-Schiff nach dem Absetzen einer Gründungsstruktur nicht weiter für die etwaige Ausrichtung benötigt wird und zum nächsten Einsatzort aufbrechen kann. Die abgesetzte Gründungsstruktur wird nach dem Abschlagen des Hebezeugs durch den Korrekturkragen mit hydraulisch betätigbaren Arbeitselementen gehalten. Bisher verwendete Stahlauflegerplatten zwischen dem jeweiligen Gründungspfahl und der Gründungsstruktur und Elastomerlager am Fußabschnitt der Gründungsstruktur, welche nach der Errichtung der Gründung am Montageort verbleiben, sind durch die Anordnung des erfindungsgemäßen Korrekturkragens nicht mehr erforderlich.

[0018] Das Gründungssystem mit einem Korrekturkragen stellt sicher, dass abhebende und horizontale Kräfte, welche insbesondere durch Wellengang hervorgerufen werden können, aufgenommen werden und ein sicherer bewegungsfreier Stand realisiert wird. Das Gründungssystem gewährleistet einen sicheren Stand auch bei längeren Leerzeiten zwischen Installation der Gründungsstruktur und der späteren dauerhaften Verbindung, insbesondere einer VergROUTUNG.

[0019] Vorteilhaft sind wenigstens drei Ringscheiben vorgesehen, welche die axialen Stirnseiten des Korrekturkragens und eine zwischen den Stirnseiten liegende Schulter ausbilden, welche einen geringeren Innen-

durchmesser als die einem Einschubende des Korrekturkragens zugeordnete untere Ringscheibe aufweist. Dadurch kann der Korrekturkragen über das Ende des Gründungspfahls gestülpt werden, bis sich die innerhalb der gesamten axialen Erstreckung des Korrekturkragens liegende Schulter auf dem Gründungspfahl abstützt. Somit können beiderseits der Schulter jeweils Arbeitselemente angeordnet werden, welche in Einbaulage des Korrekturkragens einerseits in einer oberen Arbeitsebene auf einen Fußabschnitt einer Gründungsstruktur für Windenergieanlagen und andererseits in einer unteren Arbeitsebene auf einen in den Meeresboden getriebenen Gründungspfahl wirken. Die Gründungsstruktur wird dabei erfindungsgemäß mittels koordinierter Betätigung der auf den Gründungspfahl wirkenden Arbeitselemente und wenigstens eines auf den Fußabschnitt der Gründungsstruktur wirkenden Arbeitselements ausgerichtet.

[0020] Die Anordnung von Arbeitselementen beiderseits der Schulter des Korrekturkragens schafft eine Vielzahl von Möglichkeiten der hydraulischen Krafteinleitung in die aus Gründungspfahl und Gründungsstruktur gebildete Baugruppe. Durch eine entsprechende Koordination der Arbeitselemente ist bei leichter Bedienbarkeit eine präzise Ausrichtung möglich. Zudem ist eine stabile Umklammerung der ausgerichteten Baugruppe bis zur dauerhaften Verbindung gegeben, welche bei entsprechender Dimensionierung der hydraulischen Arbeitselemente auch bei stärkerem Wellengang der Gründungsstruktur sicheren Halt gibt.

[0021] In einem erfindungsgemäßen Gründungssystem mit einem abschnittsweise den Gründungspfahl umschließenden Korrekturkragen weist die als Schulter ausgebildete Ringscheibe des Korrekturkragens einen geringeren Innendurchmesser auf als der Außendurchmesser des Gründungspfahls. Die untere Ringscheibe am Einschubende des Korrekturkragens weist dabei einen größeren Innendurchmesser auf als der Gründungspfahl, so dass der Gründungspfahl beim Absenken der Gründungsstruktur das Einschubende durchsetzen kann. Dadurch können Arbeitselemente in der unteren, dem Einschubende zugewandt liegenden Arbeitsebene auf den Gründungspfahl wirken und den Korrekturkragen fixieren.

[0022] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind mehrere Arbeitselemente in einer gemeinsamen Arbeitsebene in gleichmäßiger Verteilung in Umfangsrichtung des Korrekturkragens angeordnet. Auf diese Weise können die mehreren Arbeitselemente kraftvoll und dabei gleichmäßig am vollen Umfang des Korrekturkragens radial wirken. Die hydraulischen Kräfte verhindern dabei unerwünschte Bewegungen des jeweiligen Bauteils und halten die Baugruppe. Bei einer etwaigen Abweichung der abgesetzten Gründungsstruktur von der idealen Ausrichtung schieben dabei diejenigen Arbeitselemente, welche im entsprechenden Umfangsabschnitt angeordnet sind, das auszurichtende Bauteil. Es ist dabei vorteilhaft, wenn die Arbeitselemente separat hydraulisch ansteuerbar sind. In weiteren Ausführ-

rungsformen der Erfindung werden die Arbeitselemente mit einem gemeinsamen hydraulischen Antrieb betätigt.

[0023] Vorteilhaft sind in wenigstens einer der Arbeitsebenen radial wirkende Horizontalarbeitselemente angeordnet. Bei einem den Gründungspfahl teilweise überdeckenden Korrekturkragen sind insbesondere in der unteren Arbeitsebene Horizontalarbeitselemente vorgesehen, welche der Fixierung des Korrekturkragens dienen, so dass eine präzise Ausrichtung durch weitere Arbeitselemente möglich ist.

[0024] Die Horizontalarbeitselemente erzeugen am Umfang des Korrekturkragens radial einwärts gerichtete Kräfte, sobald auf ihrem Arbeitsweg entgegenwirkende Kräfte durch Anlage an dem zu haltenden bzw. zu bewegenden Bauteil entstehen. In einer vorteilhaften Ausführungsform sind am Umfang des Korrekturkragens mehrere Horizontalarbeitselemente mit radial wirkenden Stempeln angeordnet. Bevorzugt tragen die Stempel an ihren freien Enden Druckstücke, mit denen in radialer Richtung Druckkräfte ausgeübt werden. Die Druckstücke sind dabei in ihrer radialen Länge mit dem Durchmesser des Bauteils, auf das eingewirkt werden soll, abgestimmt. Auf diese Weise kann der erfindungsgemäße Korrekturkragen durch geringe Umbaumaßnahmen, nämlich insbesondere durch Anordnung von Druckstücken mit entsprechender Länge oder Integration von Adaptern, an unterschiedlichen Rohr- bzw. Pfahldurchmessern montiert und damit an unterschiedliche Typen von Gründungen eingesetzt werden.

[0025] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind zusätzlich zu Horizontalarbeitselementen in axialer Richtung wirkende Axialarbeitselemente vorgesehen. Dabei ist die radiale Schulter im Wesentlichen über die Axialarbeitselemente an den Korrekturkragen angebunden, so dass die Schulter relativ zu den weiteren Ringscheiben des Korrekturkragens über die Axialarbeitselemente verschieblich ist. Die Axialarbeitselemente wirken dabei auf den axialen Abstand zwischen der Schulter und einer Ringscheibe, auf die sie wirken. Die Axialarbeitselemente können daher in Einbaulage des Korrekturkragens die Lage, insbesondere die Axiallage, des Korrekturkragens und damit der Gründungsstruktur relativ zum Gründungspfahl verändern. Die Axialarbeitselemente ermöglichen somit, nachdem die Gründungsstruktur über die Schulter auf dem Gründungspfahl aufliegt, eine axiale Verschiebung des Korrekturkragens und damit des Fußabschnitts der Gründungsstruktur, welcher axial an dem Korrekturkragen abgestützt ist. Auf diese Weise ist ein Höhenausgleich bzw. eine Nivellierung möglich. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Axialarbeitselemente im Zwischenraum der Schulter und einer Ringscheibe ist dabei in Einbaulage des Korrekturkragens sichergestellt, dass die Axialarbeitselemente über die Schulter an dem Gründungspfahl abgestützt sind und über die Ringscheibe auf die Gründungsstruktur wirken und eine Nivellierung vornehmen.

[0026] In einer Ausführungsform der Erfindung mit so-

wohl Horizontalarbeitselementen als auch Axialarbeitselementen ist daher neben einer Ausrichtung und statischem Halten der Gründungsstruktur, die insbesondere über die Horizontalarbeitselemente erfolgt, auch eine Nivellierung gewährleistet. Besonders vorteilhaft werden in der unteren und der oberen Arbeitsebene jeweils Horizontalarbeitselemente angeordnet, welche einerseits auf den Gründungspfahl und andererseits auf die Gründungsstruktur wirken, und zudem in einer mittleren Arbeitsebene Axialarbeitselemente angeordnet. Auf diese Weise ist eine kompakte und stabile Bauweise gegeben, welche sowohl die Haltefunktion über die Horizontalarbeitselemente als auch eine Nivellierfunktion über die Axialarbeitselemente bereitstellt.

[0027] Die hydraulischen Arbeitselemente sind vorzugsweise als Hydraulikzylinder ausgebildet, welche über ein axiales Stellglied bzw. einen Stempel wirken. Hydraulikzylinder können bei geringem Bauraum genügend große Kräfte aufbringen, um die Gründungsstruktur zu tragen und ggf. bei Bedarf auszurichten.

[0028] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist anstelle mehrerer radial wirkender Horizontalarbeitselemente wenigstens ein Horizontalarbeitselement vorgesehen, welches über ein biegeelastisches Band, beispielsweise ein Stahlband, auf das zu haltende bzw. zu bewegendes Bauteil wirkt. Das Band verläuft dabei in Umfangsrichtung des Korrekturkragens und umgibt nach Art einer Schlinge den Innenraum des Korrekturkragens und damit in Einbaulage des Korrekturkragens jenes Bauteil, welches durch den Innenraum des Korrekturkragens geschoben ist. Durch Betätigung des hydraulischen Arbeitselements wird die Schlinge zugezogen, wodurch das Band schließlich auf das Bauteil wirkt. In einer Ausführungsform mit einem Horizontalarbeitselement wird der Korrekturkragen ähnlich einer Schelle an dem Bauteil gehalten.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mit Horizontalarbeitselementen, welche über Bänder wirken, sind mehrere Horizontalarbeitselemente am Umfang des Korrekturkragens angeordnet und kardantisch gelagert, wobei jedem Horizontalarbeitselement ein Band zugeordnet ist. Durch die kardanische Lagerung wirken die Horizontalarbeitselemente tangential und ziehen bei hydraulischer Betätigung das ihnen zugewiesene Band zu. Dadurch wird der Durchmesser der durch die Gesamtheit der Bänder begrenzten Fläche zunehmend reduziert, so dass schließlich die Bänder auf ihren jeweiligen Umfangsabschnitten auf das zu haltende bzw. zu bewegendes Bauteil wirken.

[0030] Die Ausführungsformen der Erfindung mit einem oder mehreren über Bänder wirkenden Horizontalarbeitselementen sind besonders vorteilhaft zur Klammerung des Korrekturkragens an dem Gründungspfahl. Dabei werden die mittels eines Bandes wirkenden Horizontalarbeitselemente in der unteren Arbeitsebene angeordnet, das heißt in jenem axialen Abschnitt des Korrekturkragens, welcher auf der dem Einschubende des Korrekturkragens zugewandt liegenden Seite der Schul-

ter des Korrekturkragens liegt. Nachdem durch das Absenken der Gründungsstruktur mit dem rohrförmigen Fußabschnitt der Korrekturkragen über den Gründungspfahl gestülpt ist und die Schulter auf dem Gründungspfahl ruht, können die Bänder aus ihrer Ausgangsposition von den Horizontalarbeitselementen eingezogen und dadurch der Korrekturkragen an den Gründungspfahl geklammert werden.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Korrekturkragen mehrere teilbar und/oder an wenigstens einer Stelle schwenkbeweglich miteinander verbundene Ringsegmente, wobei an jedem separaten Segment ein Bergungsmittel befestigt ist. Die Verbindung der Segmente ist dabei lösbar, so dass der Korrekturkragen bedarfsweise von seiner Montagelage an dem Fußabschnitt der Gründungsstruktur gelöst werden kann. Die Verbindung der Segmente des Korrekturkragens wird nach Fertigstellung der dauerhaften Verbindung der Gründungsstruktur mit den Gründungspfählen gelöst, so dass der Korrekturkragen mittels des Bergungsseils von einem Überwasserschiff geborgen werden kann. Dabei sind in einer vorteilhaften Ausführungsform zwei schwenkbeweglich miteinander verbundene Segmente vorgesehen, wodurch der Korrekturkragen als komplette Baugruppe mittels eines Bergungsseils geborgen werden kann.

[0032] Der Korrekturkragen ist somit ein wiederverwendbares Bauteil, so dass die Kosten der Errichtung einer Gründung für Offshore-Windenergieanlagen reduziert sind. Die Lösbarkeit der Verbindung der Segmente ist vorteilhaft durch eine Sperrvorrichtung gegeben. Die Sperrvorrichtung ist über die Hydraulikleitung betätigbar, nämlich hydraulisch.

[0033] Die Lösbarkeit des teilbaren Korrekturkragens aus seiner Montagelage an der Gründungsstruktur ist verbessert, wenn auf der dem Einschubende gegenüberliegenden Stirnseite des Korrekturkragens eine obere Ringscheibe angeordnet ist, deren den Ringraum begrenzende Innenwand konisch ausgebildet ist. Die Stützscheibe bewirkt in der Montagelage des Korrekturkragens die axiale Abstützung des Korrekturkragens an dem Fußabschnitt der Gründungsstruktur. Hierzu wirkt die Stützscheibe mit der radialen Stützkontur der Gründungsstruktur zusammen, welche wie bereits beschrieben ein Widerlager für den Korrekturkragen bildet.

[0034] In einem erfindungsgemäßen Gründungssystem mit einem derart gestalteten Korrekturkragen weist der Fußabschnitt der Gründungsstruktur am Ort der vorgesehenen Montage des Korrekturkragens einen konischen Vorsprung auf, welcher mit einer konischen Kontur analog der Innenwand der Stützscheibe des Korrekturkragens ausgebildet ist. Mit einer konischen Kontaktfläche zwischen dem Fußabschnitt und dem montierten Korrekturkragen ist sowohl eine sichere axiale Unterstützung als auch eine leichte Lösbarkeit des Korrekturkragens nach der dauerhaften Befestigung gegeben.

[0035] In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gründungssystems sind an mehreren

oder sämtlichen Fußabschnitten einer Gründungsstruktur Korrekturkragen angeordnet. Dabei ist vorgesehen, die Gründungsstruktur mittels hydraulischer Arbeitselemente an jedem Fußabschnitt auszurichten. Ferner ist an jedem Fußabschnitt eine individuelle und präzise Nivellierung möglich, so dass mit geringem Aufwand eine optimale Gründung für eine Windenergieanlage erstellt werden kann.

[0036] Die Erfindung sieht insbesondere eine dauerhafte Verbindung der Gründungsstruktur mit den Gründungspfählen durch Vergrouten vor. Dabei wird ein Zwischenraum zwischen dem Gründungspfahl und der Innenwand der rohrförmigen Gründungsstruktur mit einem Vergroutmaterial, beispielsweise einem Spezialbeton, aufgefüllt und somit eine kraftschlüssige Verbindung geschaffen. Das erfindungsgemäße Gründungssystem umfasst vorteilhaft hierfür eine Verbindungseinrichtung, welche eine durch das Innere des Fußabschnitts der Gründungsstruktur geführte Leitung für Verbindungsmaterial aufweist.

[0037] Die Standsicherheit des erfindungsgemäßen Gründungssystems ermöglicht auch größere zeitliche Abstände zwischen einer Abfahrt eines Arbeitsschiffes mit Hebezeugen und einer Ankunft eines weiteren Arbeitsschiffes, welches die Vergroutung ausführt. Zudem erleichtert der vormontierte Korrekturkragen die Kontrolle der Gründung auf lotrechten Stand der Gründungsstruktur vor der Vergroutung, indem das Vergrout-Schiff die vorhandene Hydraulikleitung zum Korrekturkragen aufnimmt. Sollten bei der Kontrolle des lotrechten Standes Abweichungen vom Montagemessprotokoll auftreten, können die Abweichungen über ein Nachjustieren ausgeglichen werden. Ist ein lotrechter Stand gegeben, wird mit der Vergroutung begonnen. Durch das an Land vormontierte hydraulische Gründungssystem mit Nivellier- und Haltefunktion werden horizontale oder vertikale Bewegungen ausgeschlossen, welche den Vergroutungsprozess beeinträchtigen könnten. Vielmehr wird eine korrekte Verbindung zwischen Gründungsstruktur und Gründungspfahl hergestellt.

[0038] Mittels entsprechender Sensoren kann der Füllstand des Groutmaterials in dem ringzylindrischen Zwischenraum von Gründungspfahl und Gründungsstruktur kontrolliert werden. In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Errichtung einer Gründung wird das Überlaufen des Groutmaterials visuell überwacht, beispielsweise mittels eines fernsteuerbaren Unterwasserfahrzeugs (ROV= remotely operated vehicle). Vorteilhaft werden dabei die hydraulischen Arbeitselemente des Korrekturkragens mit Überzügen vor dem Verkleben mit Groutmaterial geschützt.

[0039] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus den Ausführungsbeispielen, welche nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert sind. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt eines erfindungsgemäßen Gründungssystems mit einem Korrekturkra-

gen,

Fig. 2 eine Draufsicht des Korrekturkragens des Gründungssystems gemäß Fig. 1,

Fig. 2a eine Draufsicht des Korrekturkragens gemäß Fig. 2 in der geöffneten Stellung,

Fig. 3 eine schematische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Gründungssystems,

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf den Korrekturkragen gemäß IV-IV in Fig. 3,

Fig. 5 eine schematische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Gründungssystems und

Fig. 6 eine schematische Draufsicht auf den Korrekturkragen gemäß VI-VI in Fig. 5.

[0040] Für jeweils gleiche Bauteile sind in den Zeichnungsfiguren die jeweils gleichen Bezugszeichen angegeben.

[0041] Fig. 1 zeigt ein Gründungssystem 1 für die Gründung einer nicht dargestellten Offshore-Windenergieanlage am Meeresboden 2. Das Gründungssystem 1 umfasst eine Gründungsstruktur 3, die eine Konstruktion ist, welche die Windenergieanlage nach der Montage dauerhaft trägt und mit den Fußabschnitten 4 ihrer Beine 5 am Meeresboden 2 verankert wird. Die Gründungsstruktur 3 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel eine sogenannte Jacket-Konstruktion, das heißt eine räumliche Fachwerkstruktur aus Stahl, deren drei oder vier Beine 5 durch Querstreben 6 und Diagonalstreben 7 verbunden sind. Die Beine 5 mit ihren Fußabschnitten 4 sind rohrförmig ausgebildet.

[0042] Das Gründungssystem 1 sieht ferner für jeden Fußabschnitt 4 einen Gründungspfahl 8 vor, welche in den Meeresboden 2 getrieben werden und mit der Gründungsstruktur 1 dauerhaft verbunden werden. Bei der Errichtung der Gründung werden zunächst die Gründungspfähle 8 in den vorgesehenen Abständen in den Meeresboden 2 gerammt. Nach Absenken der vormontierten Gründungsstruktur 3 mit Hilfe eines Hebezeuges bis zu einer Tiefe von etwa zwei bis drei Metern über den Gründungspfählen 8 wird die Gründungsstruktur 3 gegebenenfalls mit optischer Unterstützung durch ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug (ROV) positioniert und auf die Gründungspfähle 8 abgesenkt. Die Fußabschnitte 4 werden dabei in die rohrförmig ausgebildeten Gründungspfähle 8 eingeführt. Hierzu sind die Fußabschnitte 4 mit einem kleineren Außendurchmesser als dem Innendurchmesser der Gründungspfähle 8 ausgebildet.

[0043] Die Fußabschnitte 4 sind an ihren freien Enden mit schräg zulaufenden Führungsblechen 9 versehen,

welche ein problemloses Einführen in die rohrförmigen Gründungspfähle 8 gewährleisten.

[0044] Nach einer lotrechten Ausrichtung der Gründungsstruktur, die nachstehend noch näher erläutert wird, werden die Fußabschnitte 4 mit dem jeweiligen Gründungspfahl 8 dauerhaft verbunden.

[0045] Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden die Fußabschnitte 4 mit den Gründungspfählen 8 durch sogenanntes VergROUTEN verbunden, wobei die beiden Bauteile durch Befüllen des gemeinsamen Zwischenraums mit einem Groutmaterial G kraftschlüssig verbunden werden. Eine Einrichtung zum dauerhaften Verbinden umfasst eine Leitung 10 für Groutmaterial, welche von einem VergROUTSCHIFF gespeist werden kann und innerhalb der rohrförmigen Gründungsstruktur 3 bis in den Bereich der Fußabschnitte 4 reicht, um dort das Groutmaterial G abzugeben. Das Groutmaterial G wird dabei nahe dem Ende des Fußabschnitts abgegeben und aufwärts in den Ringraum zwischen dem Fußabschnitt 4 der Gründungsstruktur 3 und dem Gründungspfahl 8 gedrückt.

[0046] Das Gründungssystem 1 umfasst einen Korrekturkragen 11, welcher an der Außenseite des Fußabschnitts 4 in einem Abstand zu dessen freien Ende an Land vormontiert wird. Der Korrekturkragen 11 ist mechanisch zwischen dem Gründungspfahl 8 und der abgesenkten Gründungsstruktur angeordnet und bildet dabei ein Widerlager aus, welches beim Absenken der Gründungsstruktur das Eindringen des Fußabschnitts 4 in den Gründungspfahl 8 begrenzt. Der Abstand der Axiallage des Korrekturkragens 11 zum freien Ende wird dabei so gewählt, dass der Fußabschnitt 4 beim Absenken der Gründungsstruktur hinreichend tief in das Innere des Gründungspfahls 8 reicht und eine stabile VergROUTUNG erreicht wird. Die Montagelage des Korrekturkragens 11 wird dabei von einer radial an der Außenseite des Fußabschnitts 4 ausgebildeten Stützkontur 12 bestimmt, an der sich der Korrekturkragen 11 axial abstützt. Die Stützkontur 12 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel ein radialer Absatz, der durch unterschiedliche Außendurchmesser des Fußabschnitts 4 der Gründungsstruktur 3 definiert ist. Der Korrekturkragen 11 wird bei der Montage an der Gründungsstruktur 3 geklammert, das heißt hydraulisch fixiert, und ist durch die radiale Stützkontur axial arretiert.

[0047] Der Korrekturkragen 11 weist mehrere im Wesentlichen parallele Ringscheiben 13, 14, 15, 16 auf, wobei eine untere Ringscheibe 13 und eine obere Ringscheibe 14 die axialen Stirnseiten des Korrekturkragens 11 bilden und fest miteinander verbunden sind. Die obere Ringscheibe 14 liegt nach der Montage des Korrekturkragens 11 im Bereich der radialen Stützkontur 12 an der Außenseite der Gründungsstruktur 3, so dass eine axiale Abstützung gegeben ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst der Korrekturkragen 11 noch zwei weitere Ringscheiben 15, 16, welche mit der unteren Ringscheibe 13 und der oberen Ringscheibe 14 einen starren Verbund bilden und jeweils über Stegbleche 17

untereinander verbunden sind. Die untere Ringscheibe 13 weist einen größeren Innendurchmesser auf als der Gründungspfahl 8. Der Innendurchmesser der unteren Ringscheibe 13 bildet somit eine Öffnung eines Einschubendes 18 des Korrekturkragens 11 aus, durch welches der Gründungspfahl 8 beim Absenken der Gründungsstruktur 3 eindringen kann. Der Korrekturkragen 11 kann somit über den Gründungspfahl 8 geschoben werden.

[0048] In den Zwischenräumen der Ringscheiben 13, 14, 15, 16 sind jeweils hydraulisch betätigbare Arbeitselemente 19, 20, 21, nämlich Hydraulikzylinder, angeordnet. Die Hydraulikzylinder weisen jeweils einen Stempel 22 auf, welcher unter hydraulischem Arbeitsdruck ausfahrbar ist. Die Hydraulikzylinder werden über eine oder mehrere Hydraulikleitungen 23 aus einer nicht gezeigten Hydraulikquelle beaufschlagt, welche sich vorzugsweise an der Oberfläche, beispielsweise an Bord eines Serviceschiffes befindet.

[0049] Der Korrekturkragen 11 weist zwischen seinen Stirnseiten eine weitere Radialscheibe auf, welche einen geringeren Innendurchmesser aufweist als der Gründungspfahl 8 und somit eine Schulter 24 bildet. Beim Absenken der Gründungsstruktur 3 kommt die Schulter 24 zur Auflage auf dem Gründungspfahl 8. Die Schulter 24 ist über Axialarbeitselemente 19, welche in axialer Richtung des Korrekturkragens 11 wirken, an den Korrekturkragen 11 angebunden. Die Schulter 24 ist demnach in Abhängigkeit der Axialarbeitselemente 19 relativ verschieblich gegenüber den weiteren, starr verbundenen Ringscheiben 13, 14, 15, 16. Die Axialarbeitselemente 19 sind auf einer jenseits des Einschubendes 18 liegenden Seite der Schulter 24 angeordnet, so dass die Axialarbeitselemente 19 auf den Fußabschnitt 4 der Gründungsstruktur 3 wirken. Hierzu wirken die Axialarbeitselemente 19 einerseits auf die Schulter 24 und andererseits auf die Ringscheibe 15 des starren Ringscheibenverbunds des Korrekturkragens 11. Über eine hydraulische Betätigung der Axialarbeitselemente 19 ist ein axialer Ausgleich von Höhenunterschieden möglich, wobei der Fußabschnitt 4 der Gründungsstruktur 3 bedarfsweise verschoben wird. Am Umfang des Korrekturkragens 11 sind mehrere Axialarbeitselemente 19 angeordnet und möglichst gleichmäßig am Umfang verteilt, um ein kraftvolles und sicheres Anheben des Fußabschnitts und damit eine genau kontrollierbare Nivellierung zu gewährleisten. Beiderseits der Schulter 24 sind jeweils Horizontalarbeitselemente 20, 21 angeordnet, welche in Einbaulage des Korrekturkragens 11 einerseits auf den Fußabschnitt 4 der Gründungsstruktur 3 und andererseits auf den Gründungspfahl 8 wirken. Die Horizontalarbeitselemente 20, 21 sind jeweils in einer gemeinsamen Arbeitsebene in gleichmäßiger Verteilung in Umfangsrichtung des Korrekturkragens 11 angeordnet und wirken über ihre jeweiligen Stempel 22 auf die Außenseiten des Gründungspfahls 8 beziehungsweise der Gründungsstruktur 3 ein. Durch die gleichmäßige Verteilung der hydraulischen Arbeitselemente am Umfang des Korrekturkragens 11 wird sichergestellt, dass bei je-

der möglichen Abweichung der Ausrichtung von der Soll-Ausrichtung eine Fixierung des Korrekturkragens 11 in seiner Montagelage erfolgt, das heißt insbesondere der Korrekturkragen 11 an dem Gründungspfahl 8 gehalten ist. Die hydraulischen Arbeitselemente 20 fixieren den Korrekturkragen 11 auch in exzentrischen Positionen.

[0050] Die Horizontalarbeitselemente 20, 21 tragen an ihren Stempeln 22 jeweils ein Druckstück 25, 26, welches von den Stempeln jeweils radial bewegbar und an die Außenseite des Gründungspfahls 8 bzw. des Fußabschnitts 4 der Gründungsstruktur 3 anlegbar ist. Die Länge der Druckstücke 25, 26 in radialer Richtung ist dabei mit der Dimension der jeweiligen Bauteile abgestimmt und kann auf unterschiedliche Gründungskonstruktionen für verschiedene Windenergieanlagen angepasst und umgerüstet werden. Zur Umrüstung wird ein Druckstück 25, 26 oder ein entsprechender Adapter mit anderen Dimensionen montiert, so dass der Korrekturkragen 11 mit seinen hydraulischen Arbeitselementen auf die individuellen Durchmesser angepasst wird.

[0051] Die Horizontalarbeitselemente 20 im Bereich des Einschubendes 18 fixieren den Korrekturkragen 11 am feststehenden Gründungspfahl 8. Mit dem so fixierten Korrekturkragen 11 können die Horizontalarbeitselemente auf der dem Einschubende gegenüberliegenden Seite der Schulter 24 den Fußabschnitt 4 festhalten und gegebenenfalls bewegen. Jedenfalls fixieren die Horizontalarbeitselemente 20, 21 den Korrekturkragen 11 sowohl am Gründungspfahl 8 als auch an der Gründungsstruktur 3. Der Korrekturkragen 11 kann die Gründungsstruktur 3 bis zu einer späteren VergROUTUNG stabil in der ausgerichteten Lage halten.

[0052] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht des Korrekturkragens 11, in der die auf den Fußabschnitt 4 wirkenden Horizontalarbeitselemente 20 in ihrer gleichmäßigen Verteilung am Umfang des Korrekturkragens dargestellt sind. Der Korrekturkragen 11 umfasst mehrere Ringsegmente, im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Ringsegmente 27, 28, welche teilbar miteinander verbunden sind. Die Segmente sind gelenkig miteinander verbunden und dadurch mittels Verbindungselementen 29 nach Art einer Schere spreizbar. Die Verbindungselemente 29 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel hydraulisch betätigbare Arbeitseinheiten, wobei jedem Ringsegment 27, 28 ein Verbindungselement 29 im Bereich der gelenkigen Verbindung zugeordnet ist. Durch hydraulische Betätigung der Verbindungselemente 29 wird der Korrekturkragen 11 bei der Montage des Korrekturkragens 11 an der Gründungsstruktur 3 geschlossen sowie nach Erstellung der Gründung so weit geöffnet, so dass sich der Korrekturkragen 11 lösen kann. Die aufgespreizte Stellung des Korrekturkragens 11 ist in Fig. 2a gezeigt.

[0053] Nach der Aufspreizung der Ringsegmente 27, 28 durch entsprechende Betätigung der Verbindungselemente 29 fällt der Korrekturkragen 11 von der Außenseite der Gründungsstruktur 3 ab und kann mittels einer Zugverbindung, das heißt mittels eines zusätzlichen Bergrungsseils geborgen werden. Die Hydraulikleitung 23 ist

mit einem Stahlseil gekoppelt, so dass sie als Schlauchpaket eine montagefreundliche Installation ermöglicht, die ohne Schleifen und Knoten ausgeführt wird.

[0054] Um die Lösbarkeit des Korrekturkragens 11 aus seiner Montagelage zu fördern, ist die Ringscheibe, welche auf der dem Einschubende 18 gegenüberliegenden Stirnseite angeordnet ist und den Korrekturkragen 11 axial abstützt, mit einer konisch ausgebildeten Innenwand ausgebildet. Die radiale Stützkontur 12 (Fig. 1) an der Außenseite der Gründungsstruktur ist mit einer entsprechenden Schrägung versehen. Nach dem Aushärten des Groutmaterials kann daher der Korrekturkragen 11 leicht von der Gründung gelöst und für weitere Verwendungen geborgen werden.

[0055] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen in vereinfachter Darstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Gründungssystems 1a mit einem Korrekturkragen 11a. Soweit dies nachfolgend nicht anders beschrieben ist, entsprechen der Aufbau und das Verfahren zur Errichtung einer Gründung mittels dieses Gründungssystems der Beschreibung zu Fig. 1 und Fig. 2.

[0056] Der Korrekturkragen 11a umfasst Horizontalarbeitselemente 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, welche nicht wie die Horizontalarbeitselemente 20 im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und Fig. 2 über Druckstücke wirken, sondern jeweils über ein biegeelastisches Band 32, beispielsweise ein Stahlband, welches in Umfangsrichtung des Korrekturkragens 11a verläuft und um dessen Innenraum geschlungen ist. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 und Fig. 4 sind mehrere Horizontalarbeitselemente 20 am Umfang des Kragens angeordnet und kardanisch gelagert, wobei jedem Horizontalarbeitselement ein Band 32 zugeordnet ist. Die kardanische Lagerung bringt die Horizontalarbeitselemente zu tangentialer Kraftausübung, wobei die Arbeitselemente unter hydraulischer Betätigung das ihnen zugewiesene Band bei hydraulischer Betätigung zuziehen. Dadurch wird der Durchmesser der durch die Gesamtheit der Bänder begrenzten Fläche zunehmend reduziert, so dass schließlich die Bänder auf ihren jeweiligen Umfangsabschnitten auf das zu haltende Bauteil wirken.

[0057] Jedem Bandabschnitt ist jeweils ein Paar von Horizontalarbeitselementen 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a zugeordnet, welche jeweils an den Enden des jeweiligen Bandes 32 angreifen. Im Ausführungsbeispiel sind sechs Arbeitselemente vorgesehen, wobei sich die Bänder in Umfangsrichtung abschnittsweise überlappen, so dass ein möglichst großer Umschlingungswinkel für eine optimale Krafteinleitung gegeben ist. Dies wird bei einer gleichmäßigen Verteilung der Arbeitselemente am Umfang des Korrekturkragens 11a erreicht, indem die Paare der Arbeitselemente derart alternierend angeordnet werden, dass der Umschlingungsabschnitt jedes Bandes jeweils ein Arbeitselement der anderen Paare von Arbeitselementen passiert.

[0058] Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die kardanisch gelagerten Horizontalarbeitselemente 20 im Bereich des Einschubendes 18 des Korrekturkragens 11a

angeordnet und wirken daher in Einbaulage auf den Gründungspfahl 8. In weiteren Ausführungsbeispielen sind kardanisch gelagerte Horizontalarbeits Elemente zur Einwirkung auf die Gründungsstruktur oder beiderseits der Schulter 24 (Fig. 1) angeordnet.

[0059] Mit der kardanischen Lagerung der hydraulischen Arbeitselemente kann der Korrekturkragen 11 a auch abhebende Kräfte kompensieren. Insbesondere wirken keine Querkräfte auf die Arbeitselemente. Der Korrekturkragen 11a ist ähnlich dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und Fig. 2 teilbar ausgestaltet und daher wiederverwendbar. Zum Lösen der Fixierung des Korrekturkragens 11a wird nach einem Entspannen der Bänder 32 deren mechanische Verbindung zu den jeweiligen Paaren von Horizontalarbeits Elementen 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a getrennt. Die Trennung erfolgt vorzugsweise durch hydraulische Betätigung. Im Anschluss lässt sich der Korrekturkragen 11a von der Gründungsstruktur 3 und dem Gründungspfahl 8 ablösen und entfernen.

[0060] Fig. 5 und Fig. 6 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Gründungssystems 1b mit einem Korrekturkragen 11b, wobei ähnlich dem Gründungssystem 1a gemäß Fig. 3 und Fig. 4 mittels eines Horizontalarbeits Elementes 33 über ein biegeelastisches Band 34 Haltekräfte aufgebracht werden. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 und Fig. 4 ist ein einzelnes Horizontalarbeits Element 33 vorgesehen, welches an beiden Enden eines Bandes 34 wirkt. Das biegeelastische Band 34 umgibt den Innenraum des Korrekturkragens 11b vollständig und bildet eine Schlinge. Zur Fixierung des Korrekturkragens 11b wird die Schlinge des Bandes 34 zugezogen, so dass der Korrekturkragen 11b nach Art einer Schelle befestigt wird.

[0061] Durch das Zusammenziehen der durch das Band 34 gebildeten Schlinge ist eine form- und kraftschlüssige Verbindung zwischen der Gründungsstruktur 3 und dem Gründungspfahl 8 hergestellt. Die auftretenden Kräfte werden über das gespannte Band 34 aufgenommen, und somit werden durch den Wellengang hervorgerufene Relativbewegungen zwischen der Gründungsstruktur 3 und dem Gründungspfahl 8 verhindert. Der Korrekturkragen 11b ist ähnlich dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und Fig. 2 teilbar ausgestaltet und daher wiederverwendbar.

[0062] Zum Lösen der Fixierung des Korrekturkragens 11b wird nach einem Entspannen des Bandes 34 dessen mechanische Verbindung zu dem Horizontalarbeits Element 33 getrennt. Die Trennung erfolgt vorzugsweise durch hydraulische Betätigung. Im Anschluss lässt sich der Korrekturkragen 11b von der Gründungsstruktur 3 und dem Gründungspfahl 8 ablösen und entfernen.

Patentansprüche

1. Korrektur Element für die Errichtung einer Gründung im Offshore-Bereich mit Mitteln zur Korrektur der Ausrichtung einer Gründungsstruktur (3),

dadurch gekennzeichnet, dass das Korrektur Element als Korrekturkragen (11, 11a, 11b) mit mehreren axial beabstandeten Ringscheiben (13, 14, 15, 16) ausgebildet ist, wobei die Korrekturmittel wenigstens ein hydraulisch betätigbares Arbeitselement (19, 20, 21, 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, 33) umfassen, welches in dem jeweiligen Zwischenraum der Ringscheiben (13, 14, 15, 16) angeordnet ist.

2. Korrektur Element nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens drei Ringscheiben (13, 14, 15, 16) vorgesehen sind, welche die axialen Stirnseiten des Korrekturkragens (11, 11 a, 11 b) und eine zwischen den Stirnseiten liegende radiale Schulter (24) ausbilden, welche einen geringeren Innendurchmesser als die einem Einschubende (18) des Korrekturkragens (11, 11a, 11b) zugeordnete untere Ringscheibe (13) aufweist, wobei beiderseits der Schulter (24) jeweils Arbeitselemente (19, 20, 21, 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, 33) angeordnet sind, welche in Einbaulage des Korrekturkragens (11, 11a, 11b) einerseits auf einen Fußabschnitt (4) einer Gründungsstruktur (3) und andererseits auf einen in den Meeresboden (2) getriebenen Gründungspfahl (8) wirken.
3. Korrektur Element nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Arbeitselemente (19, 20, 21, 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a) in einer gemeinsamen Arbeitsebene in gleichmäßiger Verteilung in Umfangsrichtung des Korrekturkragens (11, 11 a, 11b) angeordnet sind, wobei in wenigstens einer der Arbeitsebenen radial wirkende Horizontalarbeits Elemente (20, 21, 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, 33) angeordnet sind.
4. Korrektur Element nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radiale Schulter (24) über Axialarbeits Elemente (19), welche in axialer Richtung des Korrekturkragens (11, 11a, 11b) wirken, an den Korrekturkragen (11, 11a, 11b) angebunden ist, wobei die Axialarbeits Elemente (19) auf einer jenseits des Einschubendes (18) liegenden Seite der Schulter (24) angeordnet sind.
5. Korrektur Element nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturkragen (11, 11a, 11b) mehrere teilbare und/oder an wenigstens einer Stelle schwenkbeweglich miteinander verbundene Ringsegmente (27, 28) umfasst, wobei an jedem separaten Segment ein Bergungsmittel befestigt ist.
6. Korrektur Element nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der dem Einschubende (18) gegenüberliegenden Stirnseite eine obere Ringscheibe (14) angeordnet ist, deren den Ringquerschnitt begrenzende Innenwand konisch

ausgebildet ist.

7. Korrekturlement nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Horizontalarbeitslement (29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, 33) auf die Länge eines biegeelastischen Bandes (32, 34) wirkt, welches in Umfangsrichtung des Korrekturkragens (11, 11a, 11b) verläuft, wobei mehrere Horizontalarbeitslemente (29, 29a, 30, 30a, 31, 31a) am Umfang des Korrekturkragens (11, 11a, 11b) angeordnet und kardanisches gelagert sind und jedem Horizontalarbeitslement (29, 29a, 30, 30a, 31, 31a) ein Band (32) zugeordnet ist. 5 10
8. Korrekturlement nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitslemente (19, 20, 21, 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, 33) als Hydraulikzylinder ausgebildet sind. 15
9. Gründungssystem für die Gründung eines Offshore-Bauwerks mit einer Gründungsstruktur (3), deren Fußabschnitte (4) rohrförmig ausgebildet sind, mit Gründungspfählen (8) für jeden Fußabschnitt (4) der Gründungsstruktur (3) zum Eintrieb in den Meeresboden (2) sowie mit einem Korrekturlement (11, 11a, 11b) gemäß den Ansprüchen 1 bis 8, wobei das als Korrekturkragen (11, 11a, 11b) ausgebildete Korrekturlement axial abgestützt in einem Abstand zum freien Ende eines Fußabschnitts (4) an dem Fußabschnitt (4) montiert ist. 20 25 30
10. Gründungssystem nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gründungspfähle (8) rohrförmig und die Fußabschnitte (4) mit einem kleineren Außendurchmesser als dem Innendurchmesser der Gründungspfähle (8) ausgebildet sind. 35
11. Gründungssystem nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum dauerhaften Verbinden der Fußabschnitte der Gründungsstruktur (3) mit den jeweiligen Gründungspfählen (8) eine durch das Innere des Fußabschnitts (4) der Gründungsstruktur (3) geführte Leitung (10) für Verbindungsmaterial aufweist. 40 45
12. Gründungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die als Schulter (24) ausgebildete Ringscheibe des Korrekturkragens (11) einen geringeren Innendurchmesser aufweist als der Außendurchmesser des Gründungspfahls (8), wobei der Fußabschnitt (4) der Gründungsstruktur (3) am Ort der vorgesehenen Montage des Korrekturkragens (11) einen konischen Vorsprung aufweist, welcher mit einer konischen Kontur entsprechend der konischen Innenwand der Ringscheibe (14) des Korrekturkragens (11) ausgebildet 50 55

ist.

13. Verfahren zur Errichtung einer Gründung eines Offshore-Bauwerks mittels eines Gründungssystems gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei in den Meeresboden (2) Gründungspfähle (8) getrieben werden und rohrförmige Fußabschnitte (4) einer Gründungsstruktur (3) mit jeweils einem Gründungspfahl (8) ineinander geschoben und ausgerichtet werden und anschließend dauerhaft mit den Gründungspfählen (8) verbunden werden,
dadurch gekennzeichnet, dass an wenigstens einem der Fußabschnitte beabstandet von dessen freiem Ende ein radialer Korrekturkragen (11, 11a, 11b) mit wenigstens einem auf die Gründungsstruktur (3) wirkenden hydraulischen Arbeitslement (19, 20, 21, 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, 33) axial abgestützt montiert wird und der Fußabschnitt mit dem Korrekturkragen (11, 11a, 11b) auf den Gründungspfahl (8) aufgesetzt wird, wobei die Gründungsstruktur (3) vor der dauerhaften Verbindung mit dem Gründungspfahl (8) mittels hydraulischer Betätigung des wenigstens einen Arbeitslements (19, 20, 21, 29, 29a, 30, 30a, 31, 31a, 33) ausgerichtet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturkragen (11, 11 a, 11 b) nach dem dauerhaften Verbinden der Gründungsstruktur (3) mit den Stützpfehlen von der Gründungsstruktur (3) gelöst wird und mittels einer Zugverbindung eingeholt wird, wobei der Korrekturkragen (11, 11a, 11b) durch Aufheben einer Verbindung zwischen seinen Ringsegmenten (27, 28) von der Gründungsstruktur (3) gelöst wird.

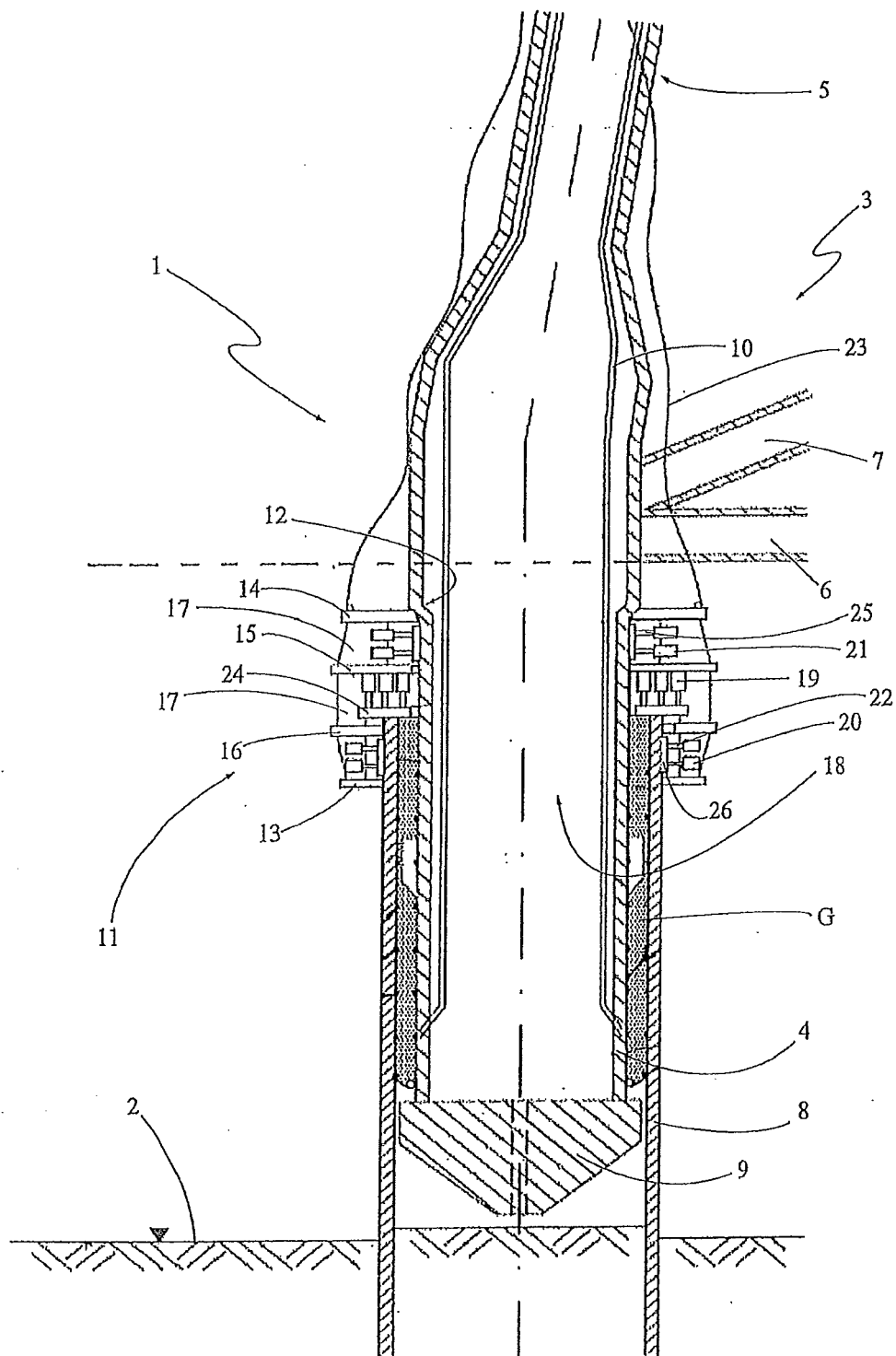
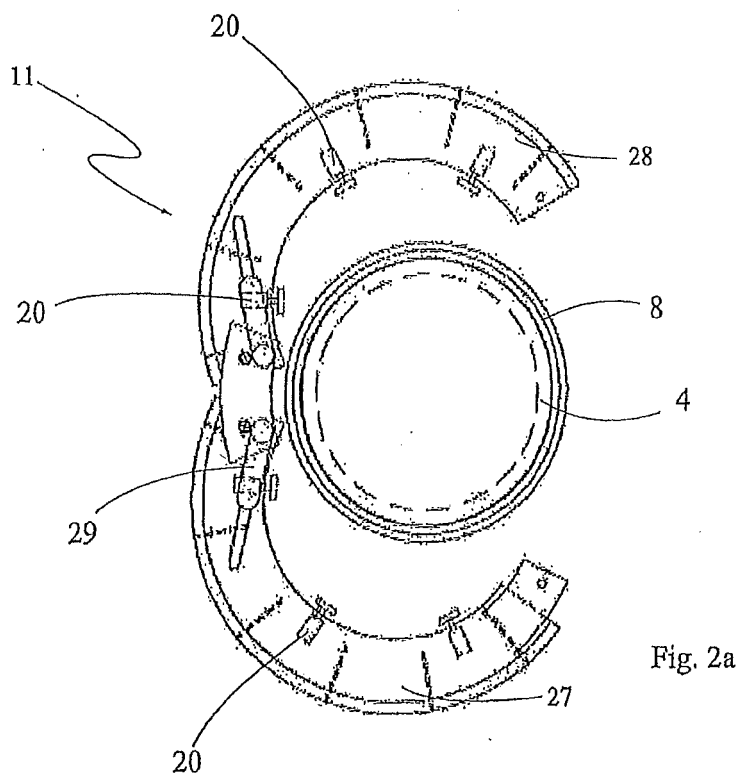
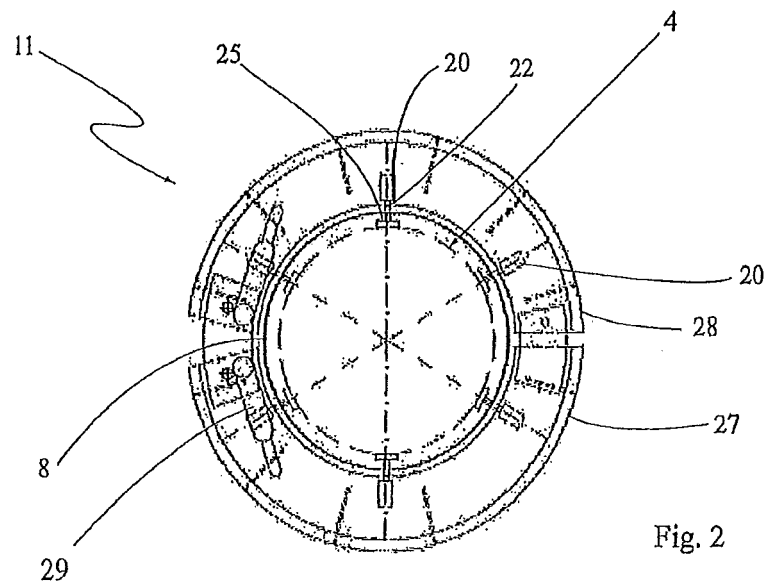


Fig. 1



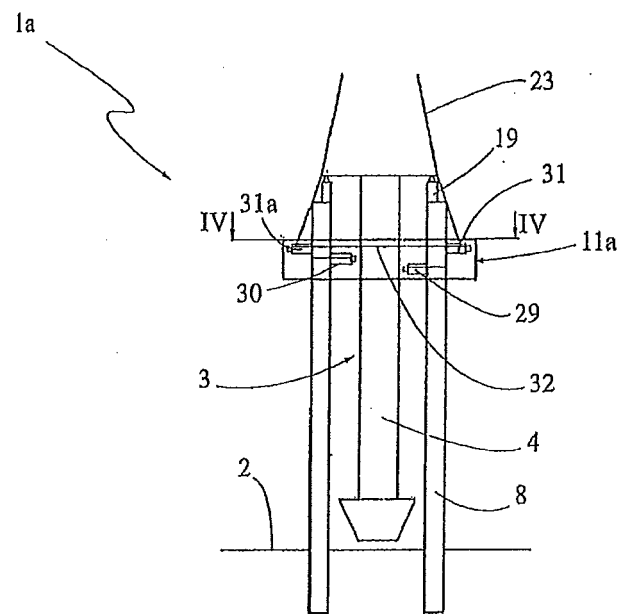


Fig. 3

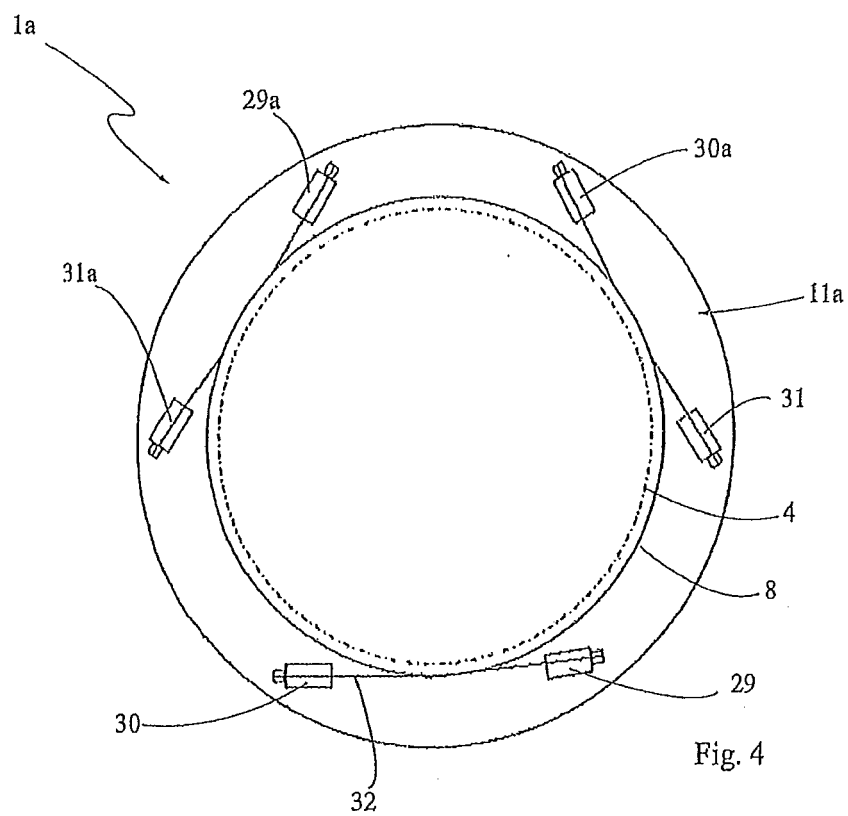


Fig. 4

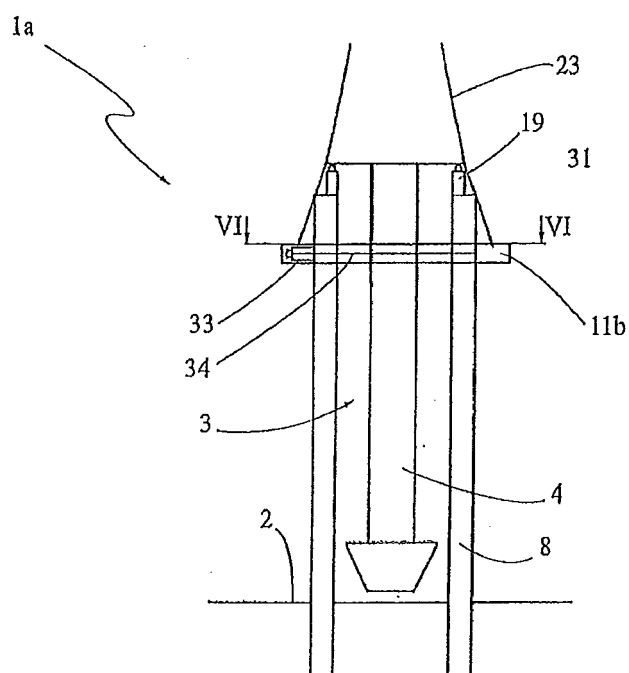


Fig. 5

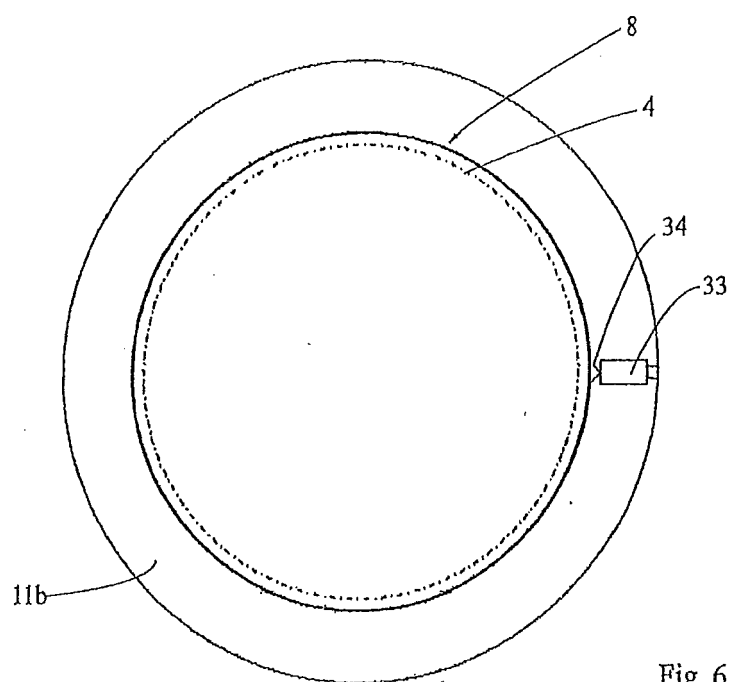


Fig. 6

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 102008000382 A1 [0006]