



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.02.2012 Patentblatt 2012/08

(51) Int Cl.:
B63B 35/00 (2006.01) B63B 35/44 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11178154.8**

(22) Anmeldetag: **19.08.2011**

(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

(30) Priorität: **20.08.2010 DE 102010035024**

(71) Anmelder: **IMPac Offshore Engineering GmbH**
20354 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Issleib, Jürgen**
22359 Hamburg (DE)
• **Koch, Hartmut**
22397 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **UEXKÜLL & STOLBERG**
Patentanwälte
Beselerstraße 4
22607 Hamburg (DE)

(54) **Offshore-Anordnung und Verfahren zur Installation einer Offshore-Anordnung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Offshore-Anordnung (1) zur Aufnahme einer Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage und ein Verfahren zur Installation einer derartigen Offshore-Anordnung. Diese weist einen Rumpfkörper (2) mit einem durch die äußere Hülle (25) definierten Innenraum (15), in dem zumindest ein Teil einer Umspannungsanlage installiert werden kann, und einen länglichen, rohrförmigen Turmabschnitt (3), der sich von dem Rumpfkörper (2) erstreckt und zwischen dessen einander gegenüberliegenden Enden ein Zugangsschacht (20) verläuft. Der Zugangsschacht (20) des Turmabschnitts (3) und der Innenraum (15) des Rumpfkörpers (2) können über eine am dem Rumpfkörper (2) gegenüberliegenden Ende des Turmabschnitts (3) vorgesehene Zugangsöffnung mit der Umgebung verbunden werden. Die Offshore-Anordnung (1) weist ferner eine erste Ballasteinrichtung (6) und eine zweite Ballasteinrichtung (32) auf. In letztere kann wahlweise Wasserballast eingelassen oder aus dieser ausgelassen werden. Die erste Ballasteinrichtung (6) ist in der Weise angeordnet und mit Ballastmaterial (33) gefüllt, dass die Offshore-Anordnung (1) ohne Wasserballast in der zweiten Ballasteinrichtung (32) in Wasser stabil so schwimmen kann, dass sich der Turmabschnitt (3) von der Oberseite (4) des Rumpfkörpers (2) quer zur Wasseroberfläche (34) erstreckt. Die zweite Ballasteinrichtung (32) ist in der Weise angeordnet und ausgestaltet, dass die Offshore-Anordnung (1) durch Einbringen von Wasserballast in die zweite Ballasteinrichtung (32) aus dem schwimmenden Zustand im Wasser abgesenkt werden kann. Auf diese Weise erfolgt die Installation der Offshore-Anordnung (1) am Einsatzort.

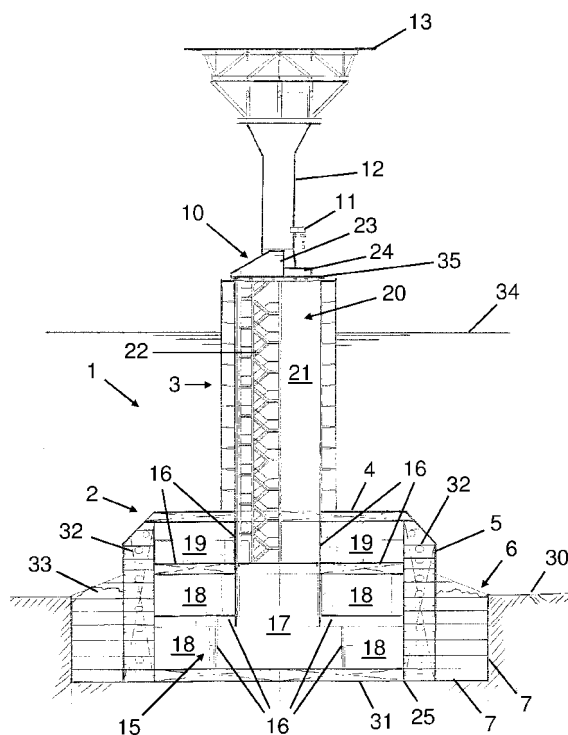


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Offshore-Anordnung zur Aufnahme einer Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage und auf ein Verfahren zur Installation einer solchen Offshore-Anordnung.

[0002] Im Zuge des Bestrebens einer verstärkten und effizienteren Nutzung der Windenergie sind in der jüngeren Vergangenheit zunehmend Windkraftanlagen vor den Küsten geplant oder bereits errichtet worden, und die Bedeutung dieser im Meer erbauten Anlagen wird in der Zukunft weiter zunehmen. Dabei ist beabsichtigt, nicht nur einzelne oder wenige Windkraftvorrichtungen bzw. -räder an einem Ort zu installieren, sondern größere Windenergieparks. Unabhängig von ihrem Umfang werden derartige Windenergieanlagen allgemein als Offshore-Windkraftanlagen bezeichnet. Im Rahmen dieser Anmeldung sind dabei nicht nur Windkraftanlagen gemeint, die beispielsweise außerhalb der Zwölfmeilenzone errichtet worden sind, sondern alle Windkraftanlagen, die sich auf offener See befinden.

[0003] Die Errichtung von Offshore-Windkraftanlagen ist bereits vom Grundprinzip her mit größeren Schwierigkeiten verbunden als die Errichtung von Windkraftanlagen an Land, da die notwendigen Komponenten über das Meer an ihren Bestimmungsort transportiert und Installationsarbeiten auf See durchgeführt werden müssen. Um die Anzahl der aufgrund der Umgebungsbedingungen komplizierten und aufwändigen Arbeitsschritte vor Ort möglichst gering zu halten, wird allgemein versucht, größere Baueinheiten bereits an Land zu montieren.

[0004] Neben den Windrädern müssen Offshore-Windkraftanlagen eine oder mehrere Umspannungsanlagen aufweisen. Diese Umspannungsanlagen, von denen beispielsweise eine für mehrere oder alle Windräder einer Offshore-Windkraftanlage gemeinsam vorgesehen sein kann, sind erforderlich, um die erzeugte elektrische Energie in eine geeignete Form umzuwandeln, um einen möglichst effizienten und verlustarmen Transport über die häufig beträchtlichen Entfernungen über ein Seekabel bis zur Küste zu ermöglichen, wo die Energie dann in das allgemeine Stromnetz eingespeist wird. Jede Umspannungsanlage wird zumeist als gegenüber den Windrädern separate Einheit ausgebildet, d.h. als separate Umspannungsanlage, die zusätzlich zu den eigentlichen Windkrafteinrichtungen in Form eines eigenen Offshore-Bauwerks vorgesehen werden oder in einem eigenen Offshore-Bauwerk angeordnet bzw. durch ein solches abgestützt werden muss. Dazu wurden die Umspannungsanlagen nach dem Vorbild von Ölplattformen auf oder in Plattformen angeordnet, die oberhalb der Wasseroberfläche von einem sog. Jacket, d.h. einem Rahmentragwerk, oder einer anderen Trag- oder Stützkonstruktion abgestützt wurden. Diese Tragkonstruktionen wiesen zum Beispiel drei oder vier von der Wasseroberfläche in Richtung auf den Meeresboden verlaufende

Stützbeine auf, die zur sicheren Gründung des Offshore-Bauwerks in geeigneter Weise im Meeresboden verankert wurden.

[0005] An die Sicherheit der Gründung und die Stabilität des Offshore-Bauwerks müssen zur Gewährleistung einer langfristigen Standsicherheit hohe Anforderungen gestellt werden. In diesem Zusammenhang sind die Wassertiefe und die Kräfte zu berücksichtigen, die durch das Eigengewicht des Offshore-Bauwerks sowie Winde, Strömungen und Wellen ausgeübt werden.

[0006] Wie z.B. in Abschnitt 2.3.2 von "Meerestechnische Konstruktionen", Verfasser: G. Clauss, E. Lehmann, C. Østegaard, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1988 beschrieben ist, werden Jacketgründungen typischerweise durchgeführt, indem zunächst das an Land vormontierte und zum Errichtungsort transportierte Jacket installiert und auf dem Meeresboden gegründet wird und anschließend die Plattform mit der Umspannungsanlage entweder mit Hilfe von Kränen oder mittels eines sog. Float-Over-Manövers auf dem aus dem Wasser vorstehenden oberen Ende des Jackets befestigt wird. Bei einem Float-Over-Manöver ruht die Plattform zum Transport auf einem katamaranartigen Transportfahrzeug, das durch gezieltes Ballastieren und Deballastieren im Wasser abgesenkt bzw. angehoben werden kann. Derartige Jacketgründungen sind jedoch aufgrund der Anzahl der separat zu transportierenden Komponenten und Arbeitswerkzeuge (Transportfahrzeuge, Kräne, usw.) und der Art der vor Ort durchzuführenden Arbeitsschritte komplex und teuer in der Durchführung und mit hohem Zeit- und Personalaufwand verbunden.

[0007] Als Alternative sind ferner selbstschwimmende und zumindest teilweise selbstinstallierende Plattformhüllen verwendet worden, die allgemein unter der Bezeichnung MOAB (Mobile Offshore Application Barge) bekannt geworden sind. MOABs, die für den Fall von Öl- und Gasplattformen beispielsweise in der EP 2 204 497 A1 beschrieben sind, weisen neben der Plattformhülle eine gesamte, meist jacketähnliche Stützkonstruktion oder nur die Beine der Stützkonstruktion auf, wobei die Plattformhülle entlang der Stützkonstruktion zwischen einer ersten Stellung, in der sie in der Nähe des unteren Endes der Stützkonstruktion bzw. der Beine angeordnet ist, und einer zweiten Stellung verfahren werden kann, in der sie in der Nähe des oberen Endes der Stützkonstruktion bzw. der Beine angeordnet ist. In dieser Weise kann die Stützkonstruktion bzw. können die Beine während des Transports der insgesamt schwimmfähigen Anordnung im Wesentlichen aus dem Wasser angehoben und erst am Installationsort auf den Meeresboden abgelassen werden. In dem Fall, dass nur die Beine der späteren Stützkonstruktion an dem MOAB vorgesehen sind, können diese dabei mit einem weiteren, auf dem Meeresgrund gegründeten Stützkonstruktionsteil verbunden werden. Während der Gründungsarbeiten befindet sich die Plattformhülle im Allgemeinen in einer solchen Zwischenstellung zwischen der beschriebenen ersten und zweiten Stellung, dass sie in der Wasserlinie

schwimmt. Anschließend wird sie - beispielsweise mit Hilfe von temporär installierten Litzenhebern - an der Stützkonstruktion weiter nach oben über die Wasseroberfläche in ihre Endposition angehoben. Typische Wassertiefen für diese Art von Offshore-Bauwerken liegen im Bereich von 20 bis 70 m und damit niedriger als Wassertiefen, die mit Hilfe der zuvor beschriebenen, klassischen Jacketgründungen erreichbar sind. MOABs sind u.a. aufgrund der zusätzlich erforderlichen Mechanik komplex aufgebaut und fehleranfällig, so dass auch dieser Ansatz mit hohen Kosten verbunden ist.

[0008] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine einfach und kostengünstig aufgebaute und installierbare und dabei gleichzeitig sicher gründbare Offshore-Anordnung zur Aufnahme einer Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage bereitzustellen, die die Nachteile des Standes der Technik überwindet, und ein entsprechendes Verfahren zur Installation einer Offshore-Anordnung zur Aufnahme einer Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage anzugeben.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Offshore-Anordnung zur Aufnahme einer Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Offshore-Anordnung sind Gegenstand der jeweils zugehörigen Unteransprüche.

[0010] Nach der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass eine Offshore-Anordnung zur Aufnahme einer Umspannungsanlage einer Offshore-Windkraftanlage einen Rumpfkörper mit einer äußeren Hülle und einem durch die äußere Hülle definierten Innenraum aufweist. Die äußere Hülle ist in der Weise geschlossen ausgebildet, dass der Rumpfkörper insgesamt nach Art eines Schiffes schwimmen und - wie später erläutert werden wird - vollständig als Unterwasserstation unter Wasser angeordnet werden kann. Der Innenraum ist u.a. zur Aufnahme und Installation der Umspannungsanlage vorgesehen und angepasst.

[0011] An dem Rumpfkörper ist ein länglicher, rohrförmiger und bevorzugt gerader Turmabschnitt angeordnet, der zu seinen beiden Enden hin offen ist und dessen beiden Enden durch das Innere des rohrförmigen Abschnitts miteinander verbunden sind. Er erstreckt sich von dem Rumpfkörper und ist mit einem seiner beiden Enden derart an dem Rumpfkörper befestigt oder mit dem Rumpfkörper verbunden, dass das Innere des Turmabschnitts mit dem Innenraum des Rumpfkörpers in Verbindung steht. Auf diese Weise stellt der Turmabschnitt einen entlang seiner Länge verlaufenden Zugangsschacht bereit, an dessen dem Rumpfkörper gegenüberliegenden Ende sich eine Zugangsöffnung befindet, über die der Zugangsschacht und der Innenraum des Rumpfkörpers mit der Umgebung verbunden werden oder dauerhaft in Verbindung stehen können.

[0012] Die Offshore-Anordnung weist ferner zwei Ballasteinrichtungen bzw. -systeme an oder in dem Rumpfkörper auf, die so angeordnet und angepasst sind, dass

die Anordnung zum einen in einem vorbestimmten Schwimmzustand gehalten werden kann und zum anderen auf den Meeresboden abgesenkt werden kann. Dazu ist die erste Ballasteinrichtung in der Weise angeordnet und mit einem Ballastmaterial oder mehreren Ballastmaterialien gefüllt, dass die Offshore-Anordnung ohne Ballastmaterial in der zweiten Ballasteinrichtung stabil in Wasser schwimmen kann, wobei sich der Turmabschnitt von der Oberseite des Rumpfkörpers quer und bevorzugt senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht zur Wasseroberfläche erstreckt. Mit anderen Worten kann die Offshore-Anordnung im Schwimmzustand mit dem Rumpfkörper in der Wasserlinie schwimmen, während der Turmabschnitt nach oben von der Wasseroberfläche weg verläuft. Die Abmessungen, Massen und relativen Anordnungen und Orientierungen von Rumpfkörper (einschließlich der Ballasteinrichtungen) und Turmabschnitt müssen dabei so gewählt werden, dass die Gefahr eines Kippen der Offshore-Anordnung im Schwimmzustand so weit wie möglich verringert und bevorzugt ausgeschlossen wird. Als Ballastmaterial zur Anordnung in der ersten Ballasteinrichtung eignen sich dabei insbesondere feste Materialien, wie zum Beispiel Sand, die sich bevorzugt dauerhaft in der ersten Ballasteinrichtung befinden.

[0013] Die zweite Ballasteinrichtung ist so ausgebildet, dass gezielt und wahlweise Wasser als Ballastmaterial in sie eingelassen oder aus ihr ausgelassen werden kann, um nach Wunsch eine Ballastierung bzw. Deballastierung zu verwirklichen. Zu diesen Zwecken kann die zweite Ballasteinrichtung in an sich bekannter Weise geeignete Ventile und Pumpen aufweisen. Die zweite Ballasteinrichtung ist in der Weise angeordnet und ausgestaltet ist, dass die Offshore-Anordnung durch Einbringen von Wasserballast in die zweite Ballasteinrichtung aus dem schwimmenden Zustand im Wasser auf den Meeresboden abgesenkt werden kann. Das bedeutet zum einen, dass der Ballast in der ersten Ballasteinrichtung, d.h. z.B. ein Festballast, so ausgelegt ist, dass die Offshore-Anordnung mit ausreichend Freibord selbstschwimmend mit Hilfe eines eigenen Antriebs oder gezogen durch ein oder mehrere Schiffe zum Zielort gelangen kann, und zum anderen, dass durch Ballastierung der zweiten Ballasteinrichtung eine Erhöhung des Gesamtballasts erreicht werden kann, die ausreicht, um die Offshore-Anordnung absenken zu können.

[0014] Diese durch die beschriebene Ausgestaltung ermöglichte Vorgehensweise zur Installation der Offshore-Anordnung vor Ort hat den Vorteil, dass der Transport zur Lokation ähnlich einfach wie im Fall der MOABs ist und mit der vollständig montierten Offshore-Anordnung als Einheit erfolgen kann, dass aber vor Ort nachteilige komplizierte und personal- und arbeitsmaterialintensive Arbeitsschritte vermieden werden. Zur sicheren Gründung ist es lediglich erforderlich, die Anordnung mit Hilfe der zweiten Ballasteinrichtung zu ballastieren und auf den Meeresgrund abzusenken. Das Ballastieren kann im einfachsten Fall mit Meerwasser erfolgen, wobei das Innere der zweiten Ballasteinrichtung und etwaige in der

zweiten Ballasteinrichtung angeordnete Komponenten dann dazu angepasst sein müssen, den durch die Anwesenheit von Meerwasser bedingten korrosiven Umgebungsbedingungen zu widerstehen. Es kann daher auch von Vorteil sein, wenn die zweite Ballasteinrichtung - beispielsweise durch geeignete Anordnung und Ausgestaltung von Ventilen und Pumpen - angepasst ist, um mit Süßwasser ballastiert zu werden. Derartiges Süßwasser muss dann im Einsatz von einem separaten Versorgungsschiff geliefert werden.

[0015] In Zusammenhang mit der Ballastierung der zweiten Ballasteinrichtung ist es von Vorteil, wenn die zweite Ballasteinrichtung in der Weise angeordnet und ausgestaltet ist, dass die Offshore-Anordnung beim Absinken ihre Orientierung aus dem schwimmenden Zustand beibehält. Dazu kann vorgesehen sein, dass jede Befüllung automatisch eine geeignete Verteilung des Wasserballasts in der zweiten Ballasteinrichtung bewirkt oder dass die Befüllung mit Hilfe geeigneter Steuereinrichtungen in entsprechender Weise möglich ist. In jedem Fall kann so auf eine externe Abstützung während des Absinkens verzichtet werden.

[0016] Umgekehrt ist auch der Rückbau sehr einfach möglich, indem Wasserballast aus der zweiten Ballasteinrichtung ausgelassen und die Offshore-Anordnung auf diese Weise deballastiert und vom Meeresboden wieder in den Schwimmzustand angehoben wird.

[0017] In jedem konkreten Anwendungsfall werden die Dimensionen der Offshore-Anordnung so gewählt, dass nach der Gründung zumindest das dem Rumpfkörper gegenüberliegende, obere Ende des Turmabschnitts mit der Zugangsöffnung aus dem Wasser vorsteht. Dazu wird die Offshore-Anordnung in geeigneter Weise an die Wassertiefe am Einsatzort angepasst. In diesem Zusammenhang ist es von besonderem Vorteil, dass die Offshore-Anordnung so ausgestaltet werden kann, dass der Rumpfkörper nach der Gründung vollständig unter Wasser angeordnet ist und nur der Turmabschnitt bevorzugt senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht aus dem Wasser herausragt. Da der Turmabschnitt einen sehr viel kleineren Durchmesser als der Rumpfkörper haben und in seinen Abmessungen im Wesentlichen ohne Rücksicht auf die konkrete Umspannungsanlage möglichst klein gewählt werden kann, ist es in vorteilhafter Weise möglich, die auf die Offshore-Anordnung einwirkenden Umweltkräfte, wie Wellen und Strömungen, klein zu halten. Zur Minimierung der auf die Offshore-Anordnung einwirkenden Kräfte ist es daher von Vorteil, wenn senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Turmabschnitts der maximale Durchmesser des Turmabschnitts kleiner und bevorzugt sehr viel kleiner als der maximale Durchmesser des Rumpfkörpers ist. Beispielsweise kann in typischen Ausgestaltungen der Rumpfkörper in Richtung der Erstreckungsrichtung des Turmabschnitts eine Höhe von 12 Metern oder mehr und in einer Ebene senkrecht zur Erstreckungsrichtung Abmessungen von 30 Metern x 30 Metern oder mehr haben, während der Durchmesser des Turms beispielsweise 15 Meter oder weniger und zum

Beispiel 11 Meter betragen kann. Die untere Grenze für die Abmessungen des Rumpfkörpers wird durch die Größe der zu installierenden Anlage oder Anlagen und die Größe eines optional gewünschten Wohnquartiers bestimmt, während der Durchmesser des Turmabschnitts nach unten durch die maximale Größe von Einzelkomponenten begrenzt wird, deren Austauschbarkeit durch den Turmabschnitt hindurch gewährleistet sein muss. In Abhängigkeit von der Größe des Rumpfkörpers kann es auch von Vorteil sein, wenn mehrere Turmabschnitte mit dem beschriebenen Aufbau vorgesehen werden, die sich voneinander beabstandet jeweils in der beschriebenen Weise vom Rumpfkörper erstrecken.

[0018] Insbesondere kann der Großteil der Offshore-Anordnung unterhalb der maßgeblichen Umweltlasten angeordnet sein. Durch den aus dem Wasser vorstehenden Turmabschnitt kann die so ausgebildete, insbesondere den Rumpfkörper umfassende Unterwasserstation vorteilhaft bei atmosphärischem Druck gehalten werden, und ein ständiger Zugang ist gewährleistet. Die Offshore-Anordnung ist besonders vorteilhaft in Wassertiefen von etwa 20 bis 40 Metern zu verwenden, also in einem Bereich von Wassertiefen, der zurzeit in der Nordsee von Interesse ist.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die äußere Hülle ganz oder teilweise doppelwandig ausgestaltet, und die zweite Ballasteinrichtung weist zumindest einen Teil des Hohlraums zwischen der äußeren und inneren Wandung der doppelwandigen Hülle als Aufnahme- raum für Wasserballast auf. Mit anderen Worten sind in dieser Ausführungsform ein oder mehrere separate oder untereinander verbundene Wassertanks in der doppelwandigen äußeren Hülle ausgebildet. Dies hat den Vorteil, dass durch die doppelwandige Ausbildung die zweite Ballasteinrichtung in einfacher Weise verwirklicht werden und gleichzeitig ein wirksamer Schutz gegen Wassereinbruch bereit gestellt werden kann.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist die erste Ballasteinrichtung einen oder mehrere Behälter oder Aufnahmevorrichtungen auf, die an der Außenseite des Rumpfkörpers angeordnet sind. Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die erste Ballasteinrichtung ringförmig umlaufend an der Außenseite des Rumpfkörpers angeordnet ist. Auf diese Weise kann besonders einfach zur einer Stabilisierung der Offshore-Anordnung im Schwimmzustand beigetragen werden. Dazu kann die erste Ballasteinrichtung beispielsweise ringförmig in einer Ebene senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Turmabschnitts angeordnet sein. In jedem Fall kann die erste Ballasteinrichtung einen ringförmigen Behälter bzw. eine ringförmige Aufnahmevorrichtung oder mehrere Behälter oder Aufnahmevorrichtungen aufweisen, die gleichmäßig oder ungleichmäßig beabstandet um den Rumpfkörper herum angeordnet sind.

[0021] Bei dieser Ausgestaltung ist es ferner bevorzugt, wenn die erste Ballasteinrichtung eine an der Außenseite des Rumpfkörpers ringförmig umlaufende Rin-

ne aufweist, die durch einen von der äußeren Hülle ausgehenden schürzenartigen Vorsprung gebildet wird und deren offene Seite in Richtung auf die Seite des Rumpfkörpers ausgerichtet ist, von der sich der Turmabschnitt erstreckt. Dabei ist es möglich, dass die Rinne durch Zwischenwände in einzelne Aufnahmebehälter unterteilt ist. Alternativ können auch mehrere ringabschnittsförmige Rinnensegmente vorgesehen sein, die um den Rumpfkörper herum angeordnet sind. Eine solche Konstruktion ist einfach zu realisieren, mit z.B. Festballast zu befüllen und zu warten.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform ist an dem Turmabschnitt eine Verschlussvorrichtung vorgesehen, mit der die Zugangsöffnung des Turmabschnitts wahlweise geöffnet und wasserdicht verschlossen werden kann. Eine derartige Verschlussvorrichtung, durch die ein Wassereintritt z.B. durch unruhige See oder Regen verhindert wird, kann beispielsweise eine oder mehrere Türen, Klappen oder Luken aufweisen.

[0023] Zur sicheren Gründung kann beispielsweise an einer dem Turmabschnitt gegenüberliegenden Seite des Rumpfkörpers eine Anzahl von Pfählen angeordnet sein, mit denen die Offshore-Anordnung nach dem Absenken des Rumpfkörpers auf den Meeresgrund in diesem verankert und festgehalten werden kann. Es ist aber zur Vereinfachung der Konstruktion auch möglich, dass die dem Turmabschnitt gegenüberliegende Seite des Rumpfkörpers eben ausgebildet ist. In letzterem Fall wird der Rumpfkörper bei der Gründung bevorzugt zumindest teilweise in den Meeresgrund eingegraben.

[0024] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Innenraum in mehrere durch Wände voneinander getrennte Bereiche unterteilt, von denen mindestens einer zur Aufnahme der oder einer Umspannungsanlage vorgesehen und mindestens ein anderer als Wohnraum ausgebildet werden kann bzw. ist. In dieser Weise kann die Offshore-Anordnung gleichzeitig als Mannschaftsquartier verwendet werden, was ihre Funktion erweitert.

[0025] Es ist bevorzugt, wenn die Offshore-Anordnung so hergestellt oder montiert wird, dass in dem Innenraum des Rumpfkörpers eine Umspannungsanlage oder mehrere Umspannungsanlagen für eine Offshore-Windkraftanlage angeordnet ist bzw. sind. Dabei kann vorgesehen sein, dass eine oder mehrere Umspannungsanlagen vollständig in dem Innenraum angeordnet sind. Es ist jedoch auch möglich, dass sich lediglich Teile einer oder mehrerer Umspannungsanlagen in dem Innenraum befinden, während die restlichen Teile der Umspannungsanlage oder Umspannungsanlagen außerhalb des Innenraums in der zweiten Ballasteinrichtung angeordnet sind. Mit anderen Worten können Komponenten einer Umspannungsanlage in einem Wasserballast-Aufnahmeraum der zweiten Ballasteinrichtung angeordnet werden, d.h. z.B. in einem entsprechenden Wassertank, und sich dementsprechend nach dem Einlassen von Wasser in die zweite Wasserballasteinrichtung ganz oder teilweise in Wasser befinden. Geeignete Komponenten zur Anordnung in der zweiten Ballasteinrichtung sind zum Bei-

spiel Transformatoren. Zum Schutz der Komponenten kann es dabei insbesondere von Vorteil sein, die bereits erwähnte Ausgestaltung der zweiten Ballasteinrichtung zu wählen, bei der die Ballastierung mit Süßwasser erfolgt. In jedem Fall hat die Anordnung von Teilen einer Umspannungsanlage in der zweiten Ballasteinrichtung den Vorteil, dass Raum doppelt genutzt wird und daher die Dimensionen des Rumpfkörpers und seines Innenraums verringert werden können. Um zu vermeiden, dass die betreffenden Komponenten durch den Turmabschnitt hindurch ausgetauscht werden müssen, ist es von Vorteil, wenn in diesem Fall eine oder mehrere beispielsweise durch ein Luk verschließbare Öffnungen in der äußeren Hülle des Rumpfkörpers bzw. in der äußeren Wandkomponente einer doppelwandigen äußeren Hülle ausgebildet sind.

[0026] Es kann vorgesehen sein, dass an dem dem Rumpfkörper gegenüberliegenden Ende des Turmabschnitts eine Plattform befestigt ist, die als Landeplatz für einen Helikopter verwendet werden kann. So kann die einfache Erreichbarkeit der Offshore-Anordnung und der gesamten Windkraftanlage gewährleistet werden.

[0027] Entsprechend den obigen Erläuterungen kann eine solche Offshore-Anordnung mit einem Verfahren installiert werden, bei dem die bevorzugt an Land fertig vormontierte Offshore-Anordnung schwimmend zu ihrem Einsatzort bewegt wird, wobei die zweite Ballasteinrichtung kein Wasser oder nur so viel Wasser enthält, dass der Schwimmzustand möglich ist, die zweite Ballasteinrichtung nach dem Erreichen des Einsatzortes so mit Wasser befüllt wird, dass die Offshore-Anordnung absinkt, und der Rumpfkörper auf dem Meeresboden gegründet wird. Weitere Verfahrenseinzelheiten wurden bereits im Rahmen der obigen Erläuterungen angegeben.

[0028] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der Zeichnung dargestellt ist.

40 Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Offshore-Anordnung.

Figur 2 zeigt eine Schnittansicht der in Figur 1 gezeigten Offshore-Anordnung.

45 **[0029]** Die in Figur 1 in perspektivischer Ansicht dargestellte Offshore-Anordnung 1 weist einen Rumpfkörper 2 und einen länglichen, geraden Turmabschnitt 3 auf, der sich senkrecht von der Oberseite 4 des Rumpfkörpers 2 erstreckt.

50 **[0030]** Im dargestellten Ausführungsbeispiel hat der Turmabschnitt 3 einen kreisförmigen Querschnitt und ist - wie Figur 2 zu entnehmen ist - als Hohlzylinder ausgebildet. Es ist aber auch möglich, andere Querschnittsformen vorzusehen, wie zum Beispiel einen ovalen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt oder einen Querschnitt in Form eines regelmäßigen Polygons. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Turm-

abschnitt 3 ferner entlang seiner Länge einen einheitlichen Querschnitt auf. Der Rumpfkörper 2 hat in dem dargestellten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen die Form eines Quaders, dessen obere umlaufende Kante abgeschrägt ist. Auch für den Rumpfkörper 2 sind andere Formen und Ausgestaltungen möglich, wie zum Beispiel allgemein die Form eines geraden Prismas oder eines Kreiszylinderabschnitts.

[0031] An der in einer Ebene senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Turmabschnitts 3 umlaufenden Außenseite 5 des Rumpfkörpers 2 ist - den Rumpfkörper 2 vollständig umlaufend - eine rinnenförmige Aufnahmeeinrichtung 6 angeordnet, die durch eine zur Oberseite 4 des Rumpfkörpers 2 hin offene, schürzenartig ausgestaltete und von dem unteren umlaufenden Rand des Rumpfkörpers 2 ausgehende Wandungskomponente 7 gebildet und durch eine Vielzahl von Zwischenwänden 8 in eine Vielzahl von Aufnahmebehältern 9 unterteilt wird. Auch wenn dies in den Figuren nicht dargestellt ist, kann die Aufnahmeeinrichtung 6 eine Verschlusseinrichtung aufweisen, mit der die Aufnahmebehälter 9 verschlossen werden können. Zum Beispiel kann jeder Aufnahmebehälter 9 eine Klappe oder einen Deckel aufweisen, oder mehrere Aufnahmebehälter 9 können sich eine Klappe oder einen Deckel teilen. Wie weiter unten erläutert werden wird, stellt die Aufnahmeeinrichtung 6 eine erste Ballasteinrichtung dar, die zur Aufnahme eines bevorzugten festen Ballastmaterials vorgesehen ist.

[0032] An dem dem Rumpfkörper 2 gegenüberliegenden Ende des Turmabschnitts 3 ist neben einer verschließbaren Zugangseinrichtung 10 zum Inneren des Turmabschnitts 3 ein Arbeitskran 11 und an einem Pfahl 12 eine Plattform 13 angeordnet, auf der ein Hubschrauber landen kann.

[0033] Einzelheiten zum inneren Aufbau der Offshore-Anordnung 1 sind in der Querschnittsansicht der Figur 2 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Rumpfkörper 2 einen Innenraum 15 definiert, der in einer äußeren Hülle 25 angeordnet und durch Wandungen 16 (dieser Begriff soll in diesem Zusammenhang auch Böden umfassen) in verschiedene Teilabschnitte bzw. Räume und Etagen unterteilt ist. Dabei ist ein in Verlängerung des Turmabschnitts 3 angeordneter großer und hallenartiger Teilabschnitt 17 des Innenraums 15 zusammen mit weiteren Räumen 18 in den beiden unteren Etagen als Anlagen- und Arbeitsbereich ausgestaltet, in dem eine Umspannungsanlage (nicht gezeigt) für eine Offshore-Windkraftanlage oder Teile einer solchen Umspannungsanlage installiert ist bzw. sind oder installiert werden kann bzw. können. Außerhalb des Anlagen- und Arbeitsbereichs 17, 18 ist der Innenraum 15 als Wohnbereich 19 für Personal ausgebildet.

[0034] Der Zugang zu dem Innenraum 15 wird durch den im Inneren des Turmabschnitts 3 ausgebildeten Zugangsschacht 20 gewährleistet, der einen Lukenschacht 21 und ein Treppenhaus 22 umfasst. Die Zugangseinrichtung 10 am oberen Ende des Turmabschnitts 3 weist zum einen eine Tür 23, durch die man in das Treppen-

haus 22 gelangen kann, und zum anderen eine Luke 24 auf, die am oberen Ende des Lukenschachts 21 angeordnet ist. Ähnlich wie das Treppenhaus 22 erstreckt sich der Lukenschacht 21 von der Luke 24 am oberen Ende des Turmabschnitts 3 gerade über die gesamte Länge des Turmabschnitts 3 nach unten bis zu dem Innenraum 15, wobei der Lukenschacht 21 in dem Anlagen- und Arbeitsbereich 17 endet. Auf diese Weise ist es möglich, zum Beispiel mit Hilfe des Arbeitskrans 11 Anlagenkomponenten in den Anlagen- und Arbeitsbereich 17, 18 herabzulassen oder aus diesem heraufzuheben. Ferner ist die Zugangseinrichtung 10 so aufgebaut, dass die Luke 24 und die Einrichtung mit der Tür 23 zusammen auf einem größeren Luk 35 angeordnet sind, das eine größere Zugangsöffnung am oberen Ende des Turmabschnitts 3 verschließt. Sollen größere Bauteile ausgetauscht werden, die nicht durch die Luke 24 passen, so kann die gesamte Zugangseinrichtung 10 mit dem größeren Luk 35 abgenommen werden, um eine größere Zugangsöffnung zu schaffen. Für diesen Fall ist bevorzugt vorgesehen, dass das Treppenhaus 22 aus dem Zugangsschacht 20 herausgehoben werden kann, um freien Zugang zum Bereich 17 zu ermöglichen.

[0035] Figur 2 zeigt die Offshore-Anordnung 1 im gegründeten Zustand, in dem der Rumpfkörper 2 am Meeresboden 30 verankert ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Rumpfkörper 3 mit der ihn umgebenden ersten Ballasteinrichtung 6 zu diesem Zweck teilweise in den Meeresboden 30 eingegraben worden. Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, an der Unterseite 31 des Rumpfkörpers und/oder der ersten Ballasteinrichtung 6 eine Anzahl von Pfählen (nicht gezeigt) vorzusehen, die - zum Beispiel durch Rammen, Saugen oder Spühlen - in den Meeresboden 30 eingebracht werden oder an einer separaten, mit dem Meeresboden 30 verankerten Vorrichtung befestigt werden können.

[0036] Zusätzlich zu der ersten Ballasteinrichtung 6 weist die Offshore-Anordnung 1 eine separate zweite Ballasteinrichtung 32 auf, die zur Aufnahme von Wasser als Ballast ausgestaltet ist.

[0037] Zu diesem Zweck und zur Erhöhung der Sicherheit gegenüber einem Wassereintrich ist die äußere Hülle 25 des Rumpfkörpers 2 doppelwandig ausgebildet. Dabei ist der Zwischenraum zwischen den beiden Wandkomponenten des Teils der doppelwandigen äußeren Hülle 25, der den Rumpfkörper 2 in einer Ebene senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Turmabschnitts 3 umläuft, d.h. bezogen auf Figur 2 der umlaufenden Seitenwand, als Wassertank ausgestaltet. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass der Zwischenraum in mehrere, ggf. voneinander beabstandete Wassertanks unterteilt ist. Der oder die Wassertanks 32 können durch geeignete Mittel (nicht dargestellt), wie zum Beispiel Ventile und Pumpen, wahlweise mit Meerwasser oder mit Süßwasser von einem separaten Versorgungsschiff gefüllt werden, oder das Wasser kann aus dem oder den Wassertanks 32 entfernt werden. Dadurch kann der Gesamtballast der Offshore-Anordnung 1 in einem be-

stimmten Bereich gezielt erhöht und erniedrigt werden.

[0038] Um die Abmessungen des Innenraums 15 und des gesamten Rumpfkörpers 2 so gering wie möglich halten zu können, kann es vorgesehen sein, dass nur ein Teil der Umspannungsanlage in dem Anlagen- und Arbeitsbereich 17, 18 untergebracht wird und dass einige Komponenten der Umspannungsanlage, wie zum Beispiel Transformatoren, in dem oder den Wassertanks 32 untergebracht werden.

[0039] In der ersten Ballasteinrichtung 6 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel fester Ballast 33 in einer vorbestimmten Menge angeordnet, zum Beispiel in Form von Sand. Diese vorbestimmte Menge und die Verteilung des festen Ballasts 33 in der ersten Ballasteinrichtung sind so gewählt, dass die gesamte Offshore-Anordnung 1 in der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Orientierung mit dem Rumpfkörper 2 in der Wasserlinie 34 stabil schwimmt, wenn kein Wasser in der Wasserballasteinrichtung 32 angeordnet ist. In diesem schwimmenden Zustand kann die Offshore-Anordnung mit Freibord durch eigene Antriebseinrichtungen oder gezogen durch Schiffe als fertig montierte Einheit zum Einsatzort bewegt werden.

[0040] Die Wasserballasteinrichtung 32 ist in ihren Abmessungen und in ihrer Anordnung so gewählt, dass durch Befüllung mit Wasserballast der Gesamtballast so weit erhöht werden kann, dass die Offshore-Anordnung 1 den schwimmenden Zustand verlässt und im Wasser absinkt bis der Rumpfkörper 2 auf dem Meeresgrund 30 aufliegt, d.h. bis der in Figur 2 gezeigte Zustand erreicht ist. Die Gründung ist somit in einfacher Weise möglich, indem lediglich Wasserballast in die Wasserballasteinrichtung 32 eingebracht wird. Umgekehrt kann die Offshore-Anordnung 1 in einfacher Weise vom Einsatzort entfernt werden, indem der Wasserballast aus der Wasserballasteinrichtung 32 entfernt wird, wodurch die Offshore-Anordnung 1 aufsteigt und wieder den schwimmenden Zustand einnimmt.

[0041] Wie aus den Figuren ersichtlich ist, ist der Hauptteil der Offshore-Anordnung 1, d.h. insbesondere auch der gesamte voluminöse Rumpfkörper 2, in vorteilhafter Weise unterhalb der maßgeblichen Umweltlasten und -kräfte angeordnet, die vornehmlich in der Nähe der Wasseroberfläche ausgeübt werden.

Patentansprüche

1. Offshore-Anordnung zur Aufnahme einer Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage mit:

- einem Rumpfkörper (2), der eine äußere Hülle (25) und einen durch die äußere Hülle (25) definierten Innenraum (15) aufweist, in dem zumindest ein Teil einer Umspannungsanlage einer Offshore-Windkraftanlage installiert werden kann,
- einem länglichen, rohrförmigen Turmabschnitt

(3), der sich von dem Rumpfkörper (2) erstreckt und durch den entlang seiner Länge zwischen dem dem Rumpfkörper (2) gegenüberliegenden Ende des Turmabschnitts (3) und dem Innenraum (15) des Rumpfkörpers (2) ein Zugangsschacht (20) verläuft, wobei an dem dem Rumpfkörper (2) gegenüberliegenden Ende des Turmabschnitts (3) eine Zugangsöffnung vorgesehen ist, über die der Zugangsschacht (20) des Turmabschnitts (3) und der Innenraum (15) des Rumpfkörpers (2) mit der Umgebung verbunden werden können, und

- einer ersten Ballasteinrichtung (6) und einer zweiten Ballasteinrichtung (32), wobei wahlweise Wasser als Ballastmaterial in die zweite Ballasteinrichtung (32) eingelassen oder aus dieser ausgelassen werden kann und wobei die erste Ballasteinrichtung (6) in der Weise angeordnet und mit Ballastmaterial (33) gefüllt ist, dass die Offshore-Anordnung ohne Wasserballast in der zweiten Ballasteinrichtung (32) in Wasser stabil so schwimmen kann, dass sich der Turmabschnitt (3) von der Oberseite (4) des Rumpfkörpers (2) quer zur Wasseroberfläche (34) erstreckt, wobei die zweite Ballasteinrichtung (32) in der Weise angeordnet und ausgestaltet ist, dass die Offshore-Anordnung (1) durch Einbringen von Wasserballast in die zweite Ballasteinrichtung (32) aus dem schwimmenden Zustand im Wasser abgesenkt werden kann.

2. Offshore-Anordnung nach Anspruch 1, bei der die äußere Hülle (25) zumindest teilweise doppelwandig ausgestaltet ist und die zweite Ballasteinrichtung (32) einen durch die doppelwandige Anordnung gebildeten Zwischenraum als Aufnahmeraum für Wasserballast aufweist.

3. Offshore-Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei der die erste Ballasteinrichtung (6) einen oder mehrere Behälter (9) aufweist, die an der Außenseite (5) des Rumpfkörpers (2) angeordnet sind.

4. Offshore-Anordnung nach Anspruch 3, bei der die erste Ballasteinrichtung (6) ringförmig umlaufend an der Außenseite (5) des Rumpfkörpers (2) angeordnet ist.

5. Offshore-Anordnung nach Anspruch 4, bei der die erste Ballasteinrichtung (6) eine an der Außenseite (5) des Rumpfkörpers (2) ringförmig umlaufende, durch eine von der äußeren Hülle (25) ausgehende Schürze (7) gebildete Rinne aufweist, deren offene Seite in Richtung auf die Seite des Rumpfkörpers (2) ausgerichtet ist, von der sich der Turmabschnitt (3) erstreckt.

6. Offshore-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der sich der Turmabschnitt (3) im schwimmenden Zustand der Offshore-Anordnung (1) senkrecht zur Wasseroberfläche (34) erstreckt und oberhalb des Meeresspiegels endet. 5
7. Offshore-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die zweite Ballasteinrichtung (32) in der Weise angeordnet und ausgestaltet ist, dass der Rumpfkörper (2) durch Füllen mit Wasser so beballastet wird oder werden kann, dass der Turmabschnitt (3) in Bezug auf den schwimmenden Zustand seine Orientierung beibehält, während die Offshore-Anordnung (1) abgesenkt wird. 10
8. Offshore-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der an dem Turmabschnitt (3) eine oder mehrere Verschlussvorrichtungen (10, 23, 24, 35) vorgesehen sind, mit denen die Zugangsöffnung des Turmabschnitts (3) wahlweise geöffnet und wasserdicht verschlossen werden kann. 15
9. Offshore-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der an einer dem Turmabschnitt (3) gegenüberliegenden Seite (31) des Rumpfkörpers (2) eine Anzahl von Pfählen angeordnet ist, mit denen die Offshore-Anordnung (1) nach dem Absenken des Rumpfkörpers (2) auf den Meeresgrund (30) in diesem verankert und festgehalten werden kann. 20
10. Offshore-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die dem Turmabschnitt (3) gegenüberliegende Seite (31) des Rumpfkörpers (2) eben ausgebildet ist. 25
11. Offshore-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Innenraum (15) in mehrere durch Wände (16) voneinander getrennte Bereiche (17, 18, 19) unterteilt ist, von denen einer oder mehrere (17, 18) zur Aufnahme von zumindest einem Teil einer Umspannungsanlage einer Offshore-Windkraftanlage vorgesehen ist bzw. sind und ein oder mehrere andere Bereiche (19) als Wohnraum ausgebildet ist bzw. sind. 30
12. Offshore-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der in dem Innenraum (15) des Rumpfkörpers (2) eine Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage angeordnet ist. 35
13. Offshore-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der in dem Innenraum (15) des Rumpfkörpers (2) ein Teil einer Umspannungsanlage für eine Offshore-Windkraftanlage angeordnet ist und der Rest der Umspannungsanlage in einem Wasserballast-Aufnahmeraum der zweiten Ballasteinrichtung (32) angeordnet ist. 40
14. Offshore-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der an dem dem Rumpfkörper (2) gegenüberliegenden Ende des Turmabschnitts (3) eine Plattform (13) befestigt ist, die als Landeplatz für einen Helikopter verwendet werden kann. 45
15. Verfahren zur Installation einer Offshore-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem die montierte Offshore-Anordnung (1) schwimmend zu ihrem Einsatzort bewegt wird, wobei die zweite Ballasteinrichtung (32) kein Wasser oder nur so viel Wasser enthält, dass der Schwimmzustand möglich ist, die zweite Ballasteinrichtung (32) nach dem Erreichen des Einsatzortes so mit Wasser befüllt wird, dass die Offshore-Anordnung (1) absinkt, und der Rumpfkörper (2) auf dem Meeresboden (30) gegründet wird. 50

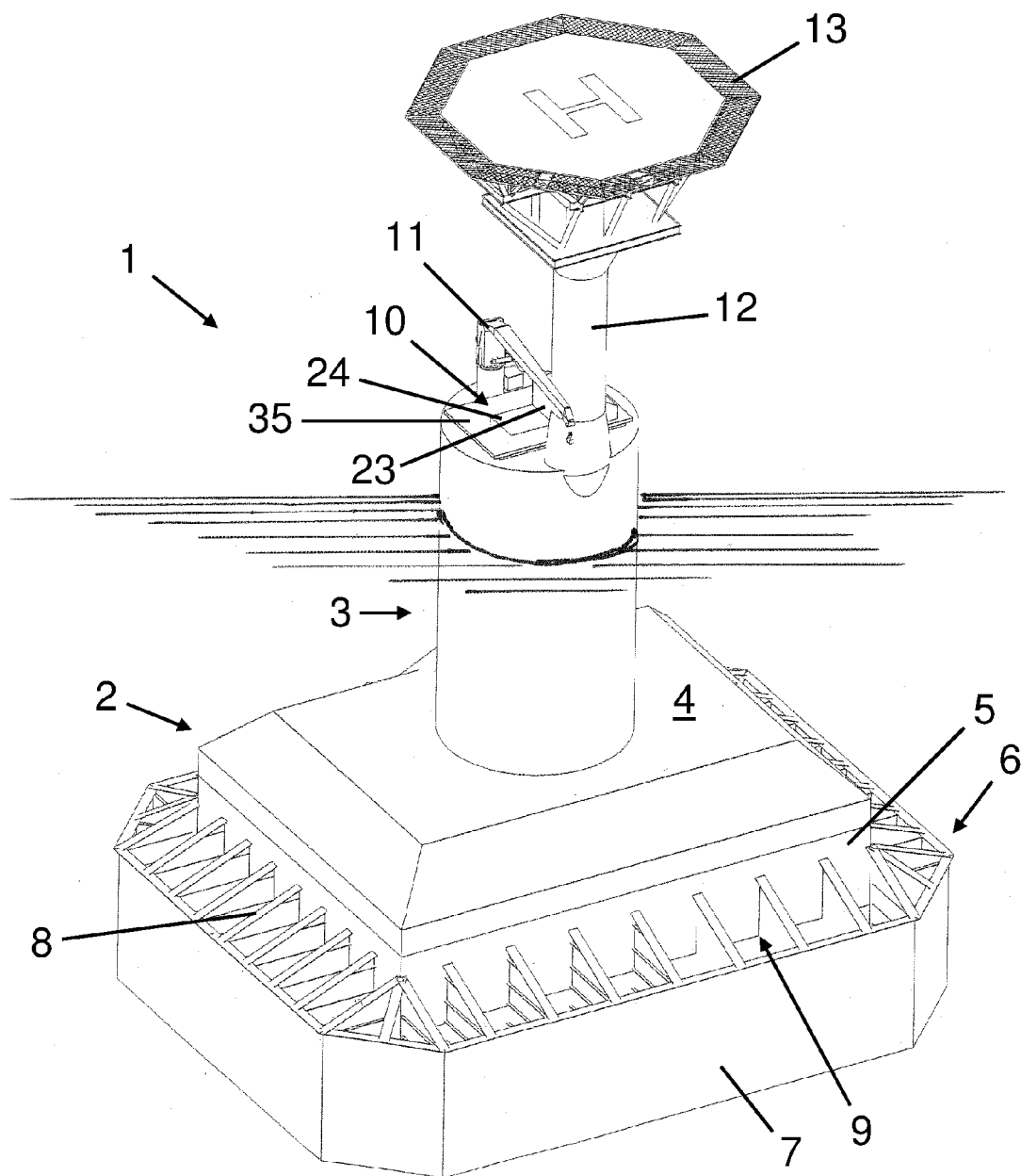


Fig. 1

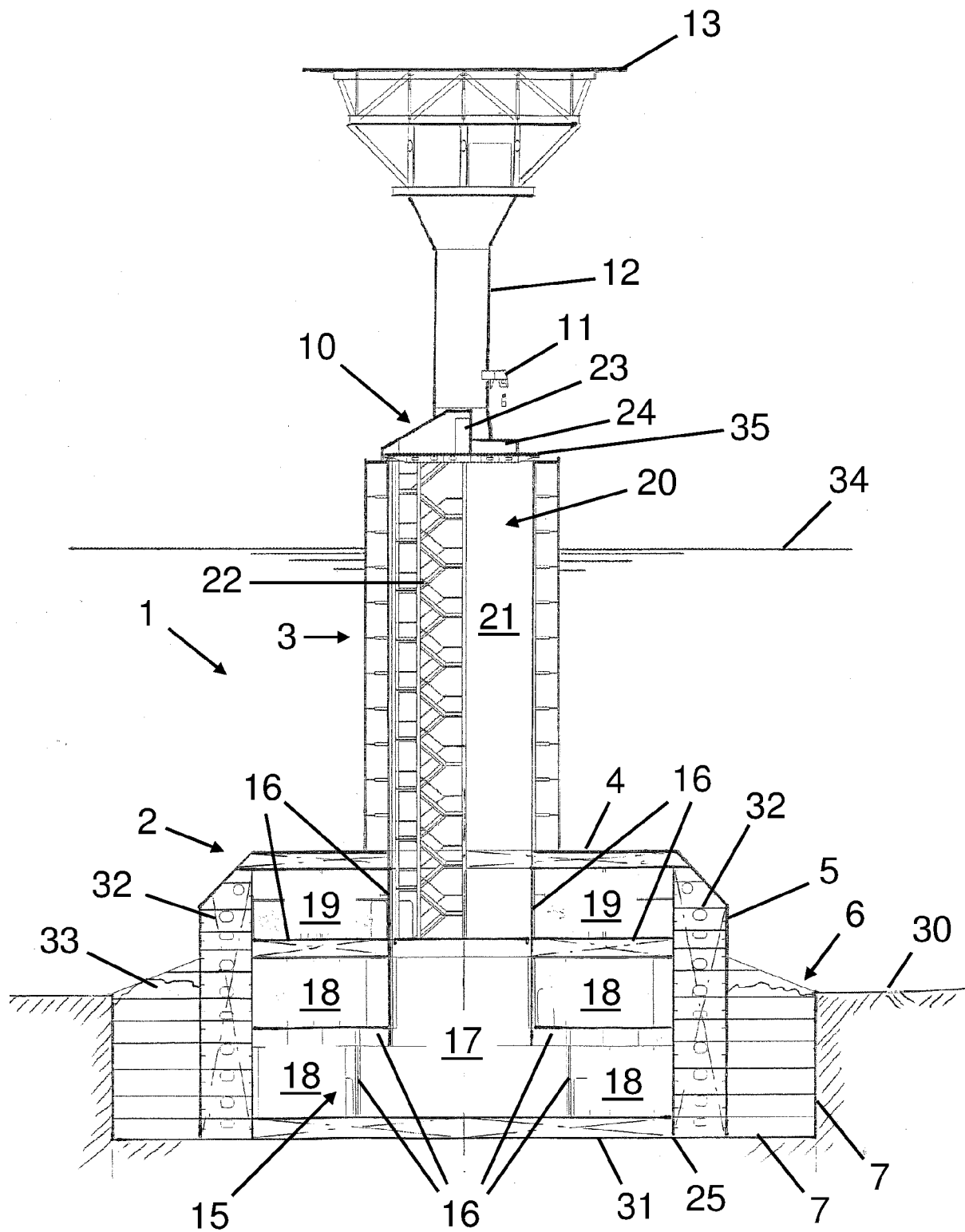


Fig. 2

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

- EP 2204497 A1 [0007]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **G. CLAUSS ; E. LEHMANN ; C. ÖSTEGAARD.**
Meerestechnische Konstruktionen. Springer Verlag,
1988 [0006]