

(19)



(11)

EP 2 743 405 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2014 Patentblatt 2014/25

(51) Int Cl.:
E02D 27/52^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13005287.1**

(22) Anmeldetag: **09.11.2013**

(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

(71) Anmelder: **WeserWind GmbH Offshore Construction Georgsmarienhütte 27572 Bremerhaven (DE)**

(72) Erfinder: **Weise, Sigurd 28359 Bremen (DE)**

(30) Priorität: **12.12.2012 DE 102012024263**
19.03.2013 DE 102013004762

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

(54) **Verfahren zum Verankern einer Gründungsstruktur einer Offshore-Anlage am Meeresboden, Gründungsstruktur und Auflagerelement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verankern einer Gründungsstruktur einer Offshore-Windenergieanlage am Meeresboden. Außerdem sind eine entsprechende Gründungsstruktur und ein zugehöriges Auflagerelement beschrieben.

Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass lediglich zeitweise eine Einleitung der auftretenden Kräfte über das Auflagerelement (14) auf die Gründungspfähle (12) erfolgt. Zeitlich nach Herstellung einer Lagerung von Pfahlzapfen (11) mittels eines Füllmaterials (24) wird durch den Einfluss von Meerwasser die kraftschlüssige Lagerung über die Auflagerelemente (14) reduziert oder aufgehoben zugunsten der Lagerung des Pfahlzapfens (11) im Füllmaterial (24) der Gründungspfähle (12).

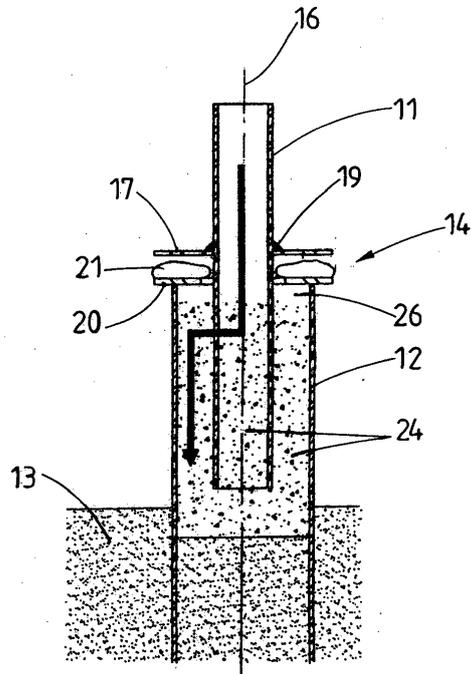


Fig. 5

EP 2 743 405 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verankern einer Gründungsstruktur einer Offshore-Anlage am Meeresboden gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Gründungsstruktur für eine Offshore-Anlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6. Schließlich betrifft die Erfindung ein Auflagerelement für eine Gründungsstruktur gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

[0002] Gründungsstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere für Offshore-Windenergieanlagen, werden mit Gründungspfählen auf dem Meeresboden verankert. Die Gründungspfähle werden dazu in den Meeresboden eingebracht, beispielsweise eingerammt. Die Verbindung mit der Gründungsstruktur erfolgt mittels Pfahlzapfen, sogenannten "Pins", oder mittels Pfahlhülsen, sogenannten "Pileguides".

[0003] Zwischen den Gründungspfählen und den Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen sind Zwischenräume vorhanden, die zum Ausgleich von Toleranzen dienen. Diese Zwischenräume werden mit einem aushärtenden beziehungsweise aushärtbaren Füllmaterial, zum Beispiel einer Zementsuspension, wie insbesondere einem sogenannten Grout-Material, ausgegossen. Das Füllmaterial wird dementsprechend nach einiger Zeit, typischerweise nach Tagen, fest. Es stellt dann eine dauerhafte und feste Verbindung zwischen den Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen und den jeweiligen Gründungspfählen her.

[0004] Üblicherweise wird die Gründungsstruktur zur Montage am Bestimmungsort in Richtung Meeresboden abgesenkt bis die Pfahlzapfen in bereits im Meeresboden verankerte Gründungspfähle eingreifen. Die Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen weisen mit Abstand von ihren unteren Stirnseiten angeordnete Anschläge, beispielsweise Auflagerringe, auf. Die Anschläge liegen auf den oberen Stirnseiten der Gründungspfähle auf. Dies führt dazu, dass auch nach Einfüllen und Aushärten des Füllmaterials die Hauptlast der Gründungsstruktur über die oberen Stirnseiten der Gründungspfähle in den Meeresboden abgeleitet wird. Diese bekannte Art der Abstützung der Gründungsstruktur auf den Gründungspfählen hat sich als nachteilig erwiesen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren, eine Gründungsstruktur und eine Lagerung zu schaffen, die gleichzeitig eine einfache Gründung und eine verbesserte Krafteinleitung in die Gründungspfähle und/oder in den Meeresboden gewährleisten.

[0006] Ein Verfahren zur Lösung dieser Aufgabe weist die Maßnahmen des Anspruchs 1 auf. Demnach ist vorgesehen, dass die Gründungsstruktur beziehungsweise die Pfahlzapfen und/oder die Pfahlhülsen lediglich zeitweise und/oder nur wenige Tage mittels ihrer als Auflagerelemente dienenden Anschläge bzw. Auflagerringe kraftschlüssig auf und/oder an den Gründungspfählen gelagert werden. Dies bedeutet, dass die Last der Gründungsstruktur nur für einen begrenzten Zeitraum über

die Auflagerelemente direkt auf die Gründungspfähle übertragen wird. Die Last der Gründungsstruktur wird demnach zunächst über die Anschläge bzw. Auflagerelemente und später nach der Einbringung und Verfestigung des Füllmaterials über das Füllmaterial direkt und nur noch in die Pfahlhülsen und darüber in den Meeresboden eingeleitet.

[0007] Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung werden die Auflagerelemente zumindest teilweise derart modifiziert und/oder teilweise entfernt, dass die kraftschlüssige Abstützung der Gründungsstruktur auf den Auflagerelementen reduziert und/oder aufgehoben, vorzugsweise vollständig beseitigt wird. Dies wird nach dem Aushärten des Füllmaterials und die dadurch erfolgte Abstützung bzw. Einbettung der Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen in den Gründungspfählen herbeigeführt. Damit erfolgt die Krafteinleitung von der Gründungsstruktur über die Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen in das Füllmaterial alternativ oder gegebenenfalls ergänzend zur Lagerung über die Auflagerelemente und die Gründungspfähle.

[0008] Vorzugsweise wird die kraftschlüssige Lagerung der Auflagerelemente auf den Gründungspfählen zumindest teilweise aufgehoben beziehungsweise beseitigt, insbesondere durch Umgebungseinflüsse wie das Einwirken von Flüssigkeit, wobei es sich um Süß- oder Salzwasser handeln kann. Dies erfolgt gezielt nach dem Aushärten des Füllmaterials oder Grout-Materials. Bevorzugt benötigt eine sukzessive Beseitigung beziehungsweise Aufhebung der kraftschlüssigen Lagerung einen Zeitraum, der länger ist als das vollständige Aushärten des Füllmaterials. Der Zeitraum bis zu einem vollständigen Aufheben der Lagerung ist insbesondere auf eine erforderliche Einwirkzeit beziehungsweise Reaktionszeit zurückzuführen, wie Salzwasser, Süßwasser oder auch alternativer Medien. Alternativ oder zusätzlich kommen beispielsweise Licht, Temperatur, Chemikalien, Elektrizität oder ähnliches in Betracht, um für eine sukzessive Reduzierung der kraftschlüssigen Lagerung bis zu einem Aufheben derselben zu sorgen.

[0009] Besonders bevorzugt werden die Auflagerelemente durch mehrere Auflagerstücke gebildet. Bei den Auflagerstücken handelt es sich bevorzugt um Auflagerringe mit insbesondere einer scheibenförmigen Ausbildung. Die Auflagerringe werden vorzugsweise mit einer zentralen Öffnung beziehungsweise einem zentralen Durchbruch ausgebildet. Die Öffnungen sind dergestalt ausgebildet, dass der zugeordnete Pfahlzapfen hindurchgeführt werden kann, vorzugsweise mit geringem Spiel. Dementsprechend umgeben die Auflagerstücke beziehungsweise die Auflagerringe den jeweiligen Pfahlzapfen. Die Auflagerstücke werden im Wesentlichen senkrecht zur Längsmittelachse der Pfahlzapfen angeordnet. Die Auflagerelemente weisen eine hinreichende Größe beziehungsweise einen hinreichenden Durchmesser auf, um zumindest im Wesentlichen ein allseitiges Aufliegen auf eine obere Stirnfläche jedes Gründungspfahls zu ermöglichen. Dementsprechend

werden die Auflagerelemente typischerweise mit einem größeren Durchmesser ausgebildet als der Durchmesser des jeweiligen Gründungspfahls. Alternativ können auch Pfahlhülsen über die Gründungspfähle gestülpt werden. Dabei werden die Auflagerelemente im Innern der Pfahlhülsen oder außen an den Gründungspfählen angebracht.

[0010] Weiter bevorzugt wird zumindest ein Teil des Auflagerelements, insbesondere ein oberer Auflagering, dauerhaft mit dem jeweiligen Pfahlzapfen beziehungsweise der Pfahlhülse verbunden, insbesondere verschweißt. Besonders bevorzugt wird ein weiterer, am Pfahlzapfen bzw. der Pfahlhülse nicht befestigter Teil des Auflagerelements, insbesondere ein unterer Auflagering, wiederum mit dem oberen Auflagering verbunden. Diese Verbindung wird insbesondere lösbar ausgestaltet. Vorzugsweise wird zunächst eine starre Verbindung ausgebildet, die anschließend in eine flexible Verbindung umgewandelt oder ganz entfernt werden kann.

[0011] Besonders bevorzugt wird zwischen dem oberen und dem unteren Auflagering ein Abstandshalter vorgesehen. Der Abstandshalter des Auflagerelements ist anfänglich starr ausgebildet, aber in eine flexible Form überführbar oder entfernbar. Vorzugsweise wird der Abstandshalter, beziehungsweise sein Material durch diese umgebende Medien, vor allem Meerwasser, und zwar Salz- oder Süßwasser, modifiziert, ausgespült, abgetragen und/oder aufgelöst. Bevorzugt wird die durch den jeweiligen Abstandshalter hergestellte Verbindung zwischen den Auflageringen gelöst, ganz oder teilweise beseitigt und/oder zumindest von einer starren Verbindung in eine deformierbare beziehungsweise flexible Verbindung umgewandelt, vorzugsweise durch äußere Einflüsse wie zum Beispiel Wasser.

[0012] Weiter bevorzugt werden die Pfahlzapfen der Gründungsstruktur zur Aufstellung derselben in eine oberseitige Öffnung der im Meeresboden verankerten Gründungspfähle eingesetzt. Die Auflagerelemente werden insbesondere derart angeordnet, dass sie auf einer insbesondere oberen Stirnseite der Gründungspfähle aufliegen zum Tragen der Gründungsstruktur. Alternativ werden die Gründungspfähle durch die Pfahlhülsen hindurch gesteckt. Die Auflagerelemente können dann insbesondere beispielsweise im Inneren der Pfahlhülsen angeordnet sein. Eventuell kommt auch eine Anordnung spezieller Auflagerelemente an den Gründungspfählen selber in Betracht. Somit wird bis zum Modifizieren, Auflösen, Ausspülen bzw. Abtragen der Auflagerelemente für eine Einleitung der Last über die jeweiligen Auflagerelemente in die Gründungspfähle gesorgt.

[0013] Die eingangs genannte Aufgabe der Erfindung wird außerdem gelöst durch eine Gründungsstruktur für eine Offshore-Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 6. Diese Gründungsstruktur zeichnet sich dadurch aus, dass an den Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen vorzugsweise jeweils zumindest ein variables Auflagerelement zur zeitweisen kraftschlüssigen Lagerung auf den Gründungspfählen vorgesehen ist, die nach dem

Aushärten von Füllmaterial in den Gründungspfählen aufhebbar ist. Das hat zur Folge, dass die Last der Gründungsstruktur später kraftschlüssig über das dann ausgehärtete Füllmaterial in die Gründungspfähle eingeleitet werden kann. Somit ist eine definierte Krafteinleitung möglich, ohne dass insbesondere Teile der Gründungsstruktur durch Kontakt mit den Gründungspfählen der Gefahr einer Beschädigung ausgesetzt sind. Bevorzugt ist das Auflagerelement mehrteilig ausgebildet. Insbesondere weist das Auflagerelement wenigstens zwei Auflageringe auf. Das Auflagerelement beziehungsweise die Auflageringe sind zumindest bis zum Aushärten des Füllmaterials zur Aufnahme und Einleitung der Lasten beziehungsweise der auftretenden Kräfte, wie insbesondere die Gewichtskraft und die Windkräfte der Gründungsstruktur, in die Gründungspfähle vorgesehen.

[0014] Bevorzugt ist wenigstens ein oberer Auflagering am Pfahlzapfen und/oder an der Pfahlhülse angeschweißt. Damit ist eine feste Verbindung zwischen dem Auflagering und dem Pfahlzapfen beziehungsweise der Pfahlhülse sichergestellt. Weiter bevorzugt ist wenigstens ein unterer Auflagering am Pfahlzapfen beziehungsweise an der Pfahlhülse angeordnet. Der untere Auflagering ist insbesondere beweglich gegenüber dem Pfahlzapfen und/oder der Pfahlhülse angeordnet. Durch Reduzierung der Dicke bzw. Beseitigung des Abstandshalters ist der Abstand der beiden Auflageringe reduzierbar. Unmittelbar mit den unteren Auflageringen ist die Gründungsstruktur auf den Oberseiten der Gründungspfähle gelagert und/oder temporär abgestützt.

[0015] Besonders bevorzugt ist zwischen den beiden Auflageringen wenigstens ein Abstandshalter angeordnet. Der Abstandshalter sorgt für eine Beabstandung der beiden Auflageringe voneinander. Der Abstandshalter verbindet den unteren Auflagering zeitweise mit dem oberen Auflagering. Dementsprechend ist eine Verbindung zwischen den beiden Auflageringen vom Abstandshalter geschaffen. Die feste Verbindung ist vorzugsweise dazu geeignet, den unteren Auflagering am oberen Auflagering kraftschlüssig abzustützen. Weiter bevorzugt ist der Abstandshalter kissenförmig ausgebildet, insbesondere mit einer flexiblen Umhüllung und einem Füllmaterial zur festen und stabilen Auspolsterung. Der Abstandshalter ist vorzugsweise zumindest nach seiner erfindungsgemäßen Modifikation variabel in seiner vertikalen Ausdehnung. Somit kann der Abstand der beiden Auflagerstücke, insbesondere der Auflageringe, voneinander variiert werden, um die kraftschlüssige Lagerung aufzuheben.

[0016] Die kraftschlüssige Lagerung der Auflagerelemente auf den Gründungspfählen ist insbesondere durch Einwirkung von Salz- und/oder Süßwasser oder anderen Stoffen beziehungsweise Mitteln reduzierbar bzw. aufhebbar, zum Beispiel ausspülbar, abtragbar und/oder auflösbar. Vorzugsweise sind die Abstandshalter beziehungsweise zumindest die kraftschlüssige Lagerung auf den Gründungspfählen durch das umgebende Wasser zumindest teilweise reduzierbar und/oder entfernbar.

Hierzu ist zumindest ein Teil des Materials des Abstandshalters umwandelbar und/oder beseitigbar, insbesondere durch Auflösung, Ausspülung und/oder Ausschwemmung. Bevorzugt ist auch der Abstand der beiden Auflageringe verringerbare. Damit ist nach erfolgter vollständiger Aushärtung des Füllmaterials und damit fester Verbindung zwischen den Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen der Gründungsstruktur und den Gründungspfählen die kraftschlüssige Lagerung der Gründungsstruktur auf den Gründungspfählen mittels der Auflagerelemente beseitigbar.

[0017] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird außerdem gelöst durch ein Auflagerelement für eine Gründungsstruktur mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Das Auflagerelement weist zwei Auflageringe auf, insbesondere einen ersten Auflagerring und einen zweiten Auflagerring. Dabei ist der erste Auflagerring fest an dem jeweiligen Pfahlzapfen beziehungsweise einer Pfahlhülse der Gründungsstruktur befestigt, wobei der erste Auflagerring mit dem zweiten Auflagerring nur zeitweise verbunden ist. Nach dem Lösen dieser Verbindung ist der Abstand der beiden Auflageringe verringerbare. Somit kann eine kraftschlüssige Lagerung der Gründungsstruktur, an der die Auflagerelemente befestigt sind, auf entsprechenden Gründungspfählen nachträglich beseitigt werden, nachdem für eine dauerhaft stabile kraftschlüssige Lagerung zwischen Pfahlzapfen beziehungsweise Pfahlhülsen und den zugehörigen Gründungspfählen durch ein ausgehärtetes Füllmaterial gesorgt ist.

[0018] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0019] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

- Fig. 1 eine Seitenansicht einer Gründungsstruktur einer Offshore-Windenergieanlage,
- Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht eines oberen Teils eines Gründungspfahls zur Verankerung der Gründungsstruktur im Meeresboden mit einem Pfahlzapfen der Gründungsstruktur während des Einsetzens,
- Fig. 3 die Darstellung der Fig. 2 mit vollständig auf den Gründungspfahl abgesetzten Pfahlzapfen,
- Fig. 4 die Darstellung der Fig. 3 mit skizzierter Lasteinleitung in den Gründungspfahl,
- Fig. 5 die Darstellung der Fig. 3 mit Lasteinleitung über das Füllmaterial,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf ein beispielhaftes Auflagerelement, und
- Fig. 7 ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung

für eine Gründungsstruktur mit Pfahlhülsen.

[0020] Nachfolgend wird die Erfindung im Zusammenhang mit einer Offshore-Windenergieanlage beschrieben, von der beispielhaft in der Fig. 1 nur eine Gründungsstruktur 10 gezeigt ist. Die dargestellte Gründungsstruktur 10 wird auch als "Jacket" bezeichnet. Die Erfindung ist aber auch für andere Offshore-Anlagen geeignet, so beispielsweise für Offshore-Umspannwerke oder auch anders gestaltete Gründungsstrukturen, wie beispielsweise Tripods oder auch Monopiles.

[0021] Die in der Fig. 1 gezeigte Gründungsstruktur 10 der Offshore-Windenergieanlage beziehungsweise Offshore-Windkraftanlage ist fachwerkartig ausgebildet. Die Gründungsstruktur 10 befindet sich größtenteils unter Wasser und trägt am oberen Ende einen nicht gezeigten Aufbau. Als Aufbau kommt beispielsweise ein Turm einer Offshore-Windenergieanlage in Betracht. Am unteren Ende der Gründungsstruktur 10 sind vier parallele, vertikale Pfahlzapfen 11 angeordnet. Es können aber auch mehr oder weniger als vier Pfahlzapfen 11 vorgesehen sein. Während die Pfahlzapfen 11 auch unterschiedliche Längen aufweisen können, sind sie im gezeigten Ausführungsbeispiel gleich lang. Die Pfahlzapfen 11 dienen zur Aufstellung der Gründungsstruktur 10, sie bilden also sozusagen deren Füße. Dazu ist jeder der Pfahlzapfen 11 mit einem rohrartigen Gründungspfahl 12 verbunden, wie er in den Fig. 2 bis 5 dargestellt ist. Die Gründungspfähle 12 sind zumindest im Wesentlichen senkrecht in einen Untergrund 13, nämlich den Meeresboden, eingerammt, eingespült oder in sonstiger Weise eingebracht. Dabei ragt ein oberer Endbereich aus dem Untergrund 13 heraus in das darüber befindliche Meerwasser. Durch Verbindung der Pfahlzapfen 11 mit den Gründungspfählen 12 wird eine Verankerung der Gründungsstruktur 10 auf und mit dem Meeresboden erreicht.

[0022] Jeder einem Pfahlzapfen 11 zugeordnete Gründungspfahl 12 weist am oberen Endbereich im Bereich seiner oberen Stirnfläche 15 eine Öffnung auf. Diese Öffnung ist im Ausführungsbeispiel dem freien Querschnitt beziehungsweise Innendurchmesser des Gründungspfahls 12 entsprechend ausgebildet. Die obere Stirnfläche 15 verläuft im rechten Winkel zur Längsmittelachse 16 des Gründungspfahls 12. Der Innendurchmesser jedes Gründungspfahls 12 ist deutlich größer als der Außendurchmesser des ihm zugeordneten Pfahlzapfens 11.

[0023] Erfindungsgemäß ist jedem Pfahlzapfen 11 ein Auflagerelement 14 zugeordnet. Das Auflagerelement 14 dient dazu, die Gründungsstruktur 10 auf den Gründungspfählen 12 abzusetzen und abstützen. Damit wird die Eintauchtiefe der Pfahlzapfen 11 in die Gründungspfähle 12 begrenzt.

[0024] Das Auflagerelement 14 besteht im gezeigten Ausführungsbeispiel aus mehreren Bestandteilen, und zwar zwei beabstandeten Auflagerstücken, die hier als

Auflagerringe 17, 20 ausgebildet sind, und einem Abstandshalter 21 oder gegebenenfalls auch mehreren zum Beispiel übereinander angeordneten Abstandshaltern 21 zwischen den Auflagerstücken bzw. Auflagerringen 17, 20. Der obere Auflagerring 17 weist einen zentralen Durchbruch auf, der mit dem Außendurchmesser des zugeordneten Pfahlzapfens 11 korrespondiert. Dementsprechend wird der Pfahlzapfen 11 durch den Durchbruch hindurchgeführt. Der obere Auflagerring 17 ist an den Pfahlzapfen 11 mit einer umlaufenden Schweißnaht 19 angeschweißt. Dadurch ist der obere Auflagerring 17 fest mit dem Pfahlzapfen 11 verbunden. Der im wesentlichen zu dem oberen Auflagerring 17 identische untere Auflagerring 20 ist mit Abstand unterhalb des oberen Auflagerrings 17 angeordnet. Der untere Auflagerring 20 ist allerdings nicht mit dem Pfahlzapfen 11 verschweißt, sondern lose, das heißt axial frei verschieblich, auf diesen aufgesteckt.

[0025] Im Bereich zwischen den beiden Auflagerringen 17 und 20 ist der Abstandshalter 21 angeordnet. Dieser Abstandshalter 21 ist hier als umlaufender Ring ausgestaltet, wie er in Fig. 6 dargestellt ist. Es können aber auch mehrere separate Abstandshalter 21 vorgesehen sein. Der Abstandshalter 21 kann erforderlichenfalls sowohl mit dem oberen Auflagerring 17 als auch mit dem unteren Auflagerring 20 verbunden sein.

[0026] Der Abstandshalter 21 ist aus einem besonderen Material gebildet. Das Material ist so gewählt, beispielsweise aus langsam wasserlöslichem granulären Material, dass es sich mit der Zeit auflöst, erweicht, ausgespült und/oder abgetragen wird. Das kann mechanisch, chemisch, elektrisch und/oder elektro-chemisch erfolgen. Das Material des Abstandshalters 21 ist im vorzugsweise trockenen Ausgangszustand zwischen den Auflagerringen 17, 20 hart, so dass im Ausgangszustand der Abstandshalter 21 eine feste, starre Gestalt aufweist. Diese ist insbesondere auch unter Druckbelastung gegeben, hält also in ausreichendem Maße den von den Gründungspfählen 10 ausgeübten Druckkräften stand. Bevorzugt kann das Material des Abstandshalters 21 Salz sein oder hauptsächlich aus Salz bestehen. Dieses Material ist zu einer Art Salztopf geformt, gepresst oder in sonstiger Weise verfestigt, um anfänglich in ausreichendem Maße Druckkräfte aufnehmen zu können.

[0027] Aufgrund der festen Struktur des Abstandshalters 21 weisen die beiden Auflagerringe 17 und 20 zumindest unter Druckbelastung einen fest definierten Abstand auf. Dementsprechend wird die Last der Gründungsstruktur 10 über den jeweiligen Pfahlzapfen 11 auf den oberen Auflagerring 17, von dort über den Abstandshalter 21 und den unteren Auflagerring 20 auf die Stirnfläche 15 des dazugehörigen Gründungspfahls 12 in denselben eingeleitet. Dies ist insbesondere durch den Pfeil in der Fig. 4 dargestellt.

[0028] Der Abstandshalter 21 ist so ausgebildet, und zwar insbesondere durch die Eigenschaften seines Materials, dass er seine äußere Form und/oder Druckbelastbarkeit im Wasser nach einer gewissen Zeit ändert.

Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass das Material des Abstandshalters 21 im See- bzw. Meerwasser, wie Salz- oder Süßwasser, nicht dauerhaft stabil ist und sich vorzugsweise auflöst und/oder auswaschen bzw. abtragen lässt. Dadurch ändert sich die äußere Form des Abstandshalters 21, so dass er sich im Querschnitt reduziert, vorzugsweise nach und nach vom Wasser ganz aufgelöst, abgetragen, weggespült und/oder zersetzt wird. Hierdurch wird der Abstand der beiden Auflagerstücke 17 und 20 beziehungsweise deren kraftschlüssiger Zusammenhalt mit der Zeit aufgehoben. Dies ist beispielsweise in Fig. 5 gezeigt. Dort ist der Abstandshalter 21 bereits deutlich kleiner geworden gegenüber den Fig. 2 bis 4. Dementsprechend ist keine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem oberen Auflagerstück 17 und dem unteren Auflagerstück 20 mehr vorhanden.

[0029] Das Material zur Bildung des Abstandshalters 21 ist so ausgebildet bzw. eingestellt, dass erst dann, wenn ein Füllmaterial 24, das sich im Inneren des Gründungspfahls 12 um den Pfahlzapfen 11 herum und gegebenenfalls in demselben befindet, vollständig ausgehärtet ist, das Material jedes Abstandshalters 21, das zuvor die ganze Gründungsstruktur 10 trägt, beginnt sich aufzulösen und dadurch seine Tragkraft verliert. Dementsprechend wird erst nach dem Aushärten des Füllmaterials 24 die Last der Gründungsstruktur 10 über die Pfahlzapfen 11 auf die Füllmaterialien 24 auf die Gründungspfähle 12 übertragen und von letzteren in den Meeresboden eingeleitet. Dies ist durch den Pfeil in der Fig. 5 angedeutet.

[0030] In der Fig. 7 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel gezeigt. Dabei sind statt Pfahlzapfen 11 Pfahlhülsen 25 vorgesehen. Bei diesen handelt es sich um Rohrabchnitte, die einen größeren Durchmesser aufweisen als die ihnen zugeordneten Gründungspfähle 12. Diese Pfahlhülsen 25 sind zumindest unten (also an einem Endbereich), häufig aber auch oben (also an beiden Endbereichen) mit jeweils einer Öffnung versehen, die im Querschnitt größer ist als der Querschnitt des jeweiligen Gründungspfahls 12. Jede Pfahlhülse 25 wird über einen oberen Endbereich der bereits in den Meeresboden 13 eingerammten Gründungspfähle 12 gestülpt. Aufgrund des hier im Inneren der Pfahlhülse 25 angeordneten Auflagerelements 14 kann jede Pfahlhülse 25 nur bis zum Aufliegen des entsprechenden unteren Auflagerrings 20 auf die Stirnfläche 15 des Gründungspfahls 12 abgesenkt werden. Durch geeignete Öffnungen kann Füllmaterial 24 in einen Zwischenraum 26 zwischen jeder Pfahlhülse 25 und dem ihr zugeordneten Gründungspfahl 12 eingefüllt werden und gegebenenfalls auch in jeden Gründungspfahl 12.

[0031] Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 5 näher erläutert:

Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass eine zunächst kraftschlüssige Lagerung bzw. Abstützung

der Gründungsstruktur 10 auf den Stirnflächen 15 der Gründungspfähle 12 erfolgt. Hierzu ist an jedem Pfahlzapfen 11 ein Auflagerelement 14 angeschweißt, das die Last der Gründungsstruktur 10 von den Pfahlzapfen 11 auf die Gründungspfähle 12 überträgt, wenn die Auflagerelemente 14 auf den Stirnflächen 15 der Gründungspfähle 12 aufliegen. Aufgrund der anfangs druckstabilen Abstandshalter 21 wird somit eine kraftschlüssige Lagerung der Gründungsstruktur 10 mittels der Pfahlzapfen 11 und der Abstandselemente 14 auf den oberen Stirnflächen 15 der Gründungspfähle 12 herbeigeführt. Die Gründungsstruktur 10 wird dementsprechend mittels der Pfahlzapfen 11 auf bereits in den Meeresboden beziehungsweise Untergrund 13 durch zum Beispiel Einrammen oder Einspülen eingebrachte Gründungspfähle 12 abgesetzt. Damit erfolgt eine Lastübertragung über die Auflagerelemente 14.

[0032] In einem nächsten Schritt wird nun Füllmaterial 24, zum Beispiel eine Zementsuspension, in das Innere der aus dem Meeresboden 13 herausragenden Gründungspfähle 12 eingefüllt. Das Füllmaterial 24 füllt den Innenraum der Gründungspfähle 12 aus, so dass die Pfahlzapfen 11 zumindest mit unteren Abschnitten darin eingebettet sind. Zunächst ist das Füllmaterial 24 noch nicht ausgehärtet, so dass weiterhin der Lasteintrag über die Auflagerelemente 14 direkt auf die Gründungspfähle 12 erfolgt.

[0033] Nachdem das Füllmaterial 24 nach in der Regel einigen Tagen ausgehärtet ist, erübrigt sich eine Lastleitung über die Auflagerelemente 14 in die Gründungspfähle 12. Hierzu sind die Abstandshalter 21 und ihr Material derart ausgebildet, dass die Tragfähigkeit nach dem vollständigen Aushärten des Füllmaterials 24 beginnt nachzulassen und schließlich vollständig entfällt. Dies wird beispielsweise dadurch hervorgerufen, dass das Material sich durch den Einfluss von Wasser allmählich auflöst, vom Wasser ausgespült, abgetragen bzw. aufgelöst oder auch auf andere Weise entfernt wird. Wie in der Fig. 5 zu sehen ist, verlieren damit die Auflagerelemente 14 ihre Tragfähigkeit. Die durch die Abstandshalter 21 ursprünglich geschaffene tragfähige Verbindung zwischen dem oberen Auflagerring 17 und dem unteren Auflagerring 20 wird durch Wegspülen, Abtragen, Zerfallen und/oder Auflösen der Abstandshalter 21 beseitigt. Da jedoch nun das Füllmaterial 24 ausgehärtet ist, erfolgt ein direkter Lasteintrag über das Füllmaterial 24 in den Untergrund 13. Dies ist in Fig. 5 dargestellt.

[0034] Eine entsprechende Vorgehensweise erfolgt bei der Verwendung von Pfahlhülsen 25 statt Pfahlzapfen 11. In diesem Fall muss lediglich dafür gesorgt werden, dass das Füllmaterial 24 für eine kraftschlüssige Lagerung der Pfahlhülsen 25 sorgt. Die entsprechenden Auflagerelemente 14 werden dann in das Innere der Pfahlhülse 25 eingebracht oder alternativ beispielsweise außen an den Gründungspfählen 12 angeordnet. In letz-

terem Fall wird die Anordnung jedoch dahingehend modifiziert, dass die unteren Auflagerringe 20 an den Gründungspfählen 12 angeschweißt werden, wodurch der Abstandshalter 21 und die oberen Auflagerringe 17 auf diesen aufliegen und so die Last der Pfahlhülsen 25 tragen. Nach dem Aushärten des eingebrachten Füllmaterials 24 kann beispielsweise durch Einwirken von Meerwasser die Tragfähigkeit der Abstandshalter 21 kontinuierlich reduziert werden.

[0035] Die Abstandshalter 21 sind nicht auf eine Beseitigung der Tragfähigkeit durch Süß- oder Salzwasser beschränkt. Alternativ können beispielsweise langsame oder zeitverzögert ablaufende chemische, elektrische und/oder elektro-chemische Reaktionen des Materials der Abstandshalter 21 erfolgen. Auch kommen beispielsweise Temperatureinflüsse oder ähnliches in Betracht. Ebenfalls können grundsätzlich auch mechanische Verfahren zum Beseitigen der Tragfähigkeit der Abstandshalter 21 Anwendung finden.

Bezugszeichenliste:

[0036]

10	Gründungsstruktur
11	Pfahlzapfen
12	Gründungspfahl
13	Untergrund
14	Auflagerelement
15	Stirnfläche
16	Längsachse
17	oberer Auflagerring
19	Schweißnaht
20	unterer Auflagerring
21	Abstandshalter
24	Füllmaterial
25	Pfahlhülse
26	Zwischenraum

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verankern einer Gründungsstruktur (10) einer Offshore-Anlage am Meeresboden, wobei Pfahlzapfen (11) und/oder Pfahlhülsen (25) der Gründungsstruktur (10) mit in den Meeresboden eingerammten Gründungspfählen (12) auf dem Meeresboden verankert werden und nach dem Einsetzen zwischen den Gründungspfählen (12) und den Pfahlzapfen (11) beziehungsweise Pfahlhülsen (25) Zwischenräume (26) verbleiben, die mit einem aushärtenden Füllmaterial (24) ausgefüllt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gründungsstruktur (10) und/oder deren Pfahlzapfen (11) beziehungsweise Pfahlhülsen (25) lediglich anfangs auf den Gründungspfählen (12) abgestützt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

- zeichnet, dass** sich die Pfahlzapfen (11) bzw. die Pfahlhülsen (25) mit Auflagerelementen (14) anfangs auf den Gründungspfählen (12) abstützen und nach dem Aushärten des Füllmaterials (24) diese Abstützung zumindest teilweise aufgehoben beziehungsweise beseitigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kraftschlüssige Lagerung der Auflagerelemente (14) auf den Gründungspfählen (12) zumindest teilweise nach Aushärten des Füllmaterials (24) beseitigt wird durch Ausspülen, Abtragen, Auflösen und/oder Ausschwemmen, vorzugsweise durch Einwirkung von Salz- oder Süßwasser.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Auflagerelement (14) zwei beabstandete Auflagerringe (17, 20) aufweist, wobei ein oberer Auflagerring (17) dauerhaft mit dem Pfahlzapfen (11) beziehungsweise der Pfahlhülse (25) verbunden wird und ein unterer Auflagerring (20) lösbar mit dem oberen Auflagerring (17) verbunden wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem oberen und unteren Auflagerring (17, 20) ein Abstandshalter (21) angeordnet wird, der an der Umgebung, beispielsweise durch Salz- oder Süßwasser, modifiziert wird, bevorzugt umgewandelt, entfernt, abgetragen und/oder aufgelöst wird.
6. Gründungsstruktur für eine Offshore-Anlage mit Pfahlzapfen (11) und/oder Pfahlhülsen (25), die mit dem Meeresboden über Gründungspfähle (12) verbindbar sind, wobei zwischen den Gründungspfählen (12) und den Pfahlzapfen (11) beziehungsweise Pfahlhülsen (25) Zwischenräume (26) verbleiben, die zur Herstellung einer dauerhaften Verbindung zwischen den Gründungspfählen (12) und den Pfahlzapfen (11) beziehungsweise Pfahlhülsen (25) mit einem aushärtenden Füllmaterial (24) ausfüllbar sind und an den Pfahlzapfen (11) beziehungsweise Pfahlhülsen (25) jeweils zumindest ein Auflagerelement (14) zur kraftschlüssigen Lagerung auf den Gründungspfählen (12) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auflagerelemente (14) ausgebildet sind, um nach einer gewissen Zeit ihre Lastaufnahmefähigkeit zumindest teilweise zu verlieren.
7. Gründungsstruktur nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Auflagerelement (14) mehrteilig ausgebildet ist.
8. Gründungsstruktur nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auflagerelement (14) zumindest zwei beabstandete Auflagerringe (17, 20) und mindestens einen Abstandshalter (21) aufweist.
9. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oberer Auflagerring (17) fest mit dem jeweiligen Pfahlzapfen (11) und/oder der jeweiligen Pfahlhülse (25) verbunden ist und ein unterer Auflagerring (20) axial auf dem Pfahlzapfen (11) oder in der Pfahlhülse (25) beweglich ist.
10. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem unteren Auflagerring (20) und dem oberen Auflagerring (17) der wenigstens eine Abstandshalter (21) angeordnet ist, wobei der untere Auflagerring (20) sich zeitweise über den Abstandshalter (21) unter dem oberen Auflagerring (17) abstützt.
11. Gründungsstruktur nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandshalter (21) der Auflagerelemente (14) aus einem Material gebildet sind, das anfangs starr ist, aber nach einer gewissen Zeit nachgiebig wird und/oder sich auflöst, vorzugsweise durch Einwirkung von Meerwasser, insbesondere durch Beseitigung, Ausspülung, Abtrag und/oder Auflösung.
12. Auflagerelement für eine Gründungsstruktur (10) insbesondere nach einem der Ansprüche 6 bis 11, mit einem fest an einem jeweiligen Pfahlzapfen (11) beziehungsweise einer jeweiligen Pfahlhülse (25) der Gründungsstruktur (10) befestigbaren ersten Auflagerring (17), **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Abstand unter dem ersten Auflagerring (17) ein zweiter Auflagerring (20) vorgesehen ist und zwischen den Auflagerringen (17, 20) mindestens ein Abstandshalter (21) angeordnet ist, der aus einem Material gebildet ist, das seine Festigkeit mit der Zeit verliert.
13. Auflagerelement nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material des Abstandshalters (21) vom ihn umgebenden Medium nach und nach auflösbar, ausspülbar, abtragbar und/oder ausschwemmbar ist.

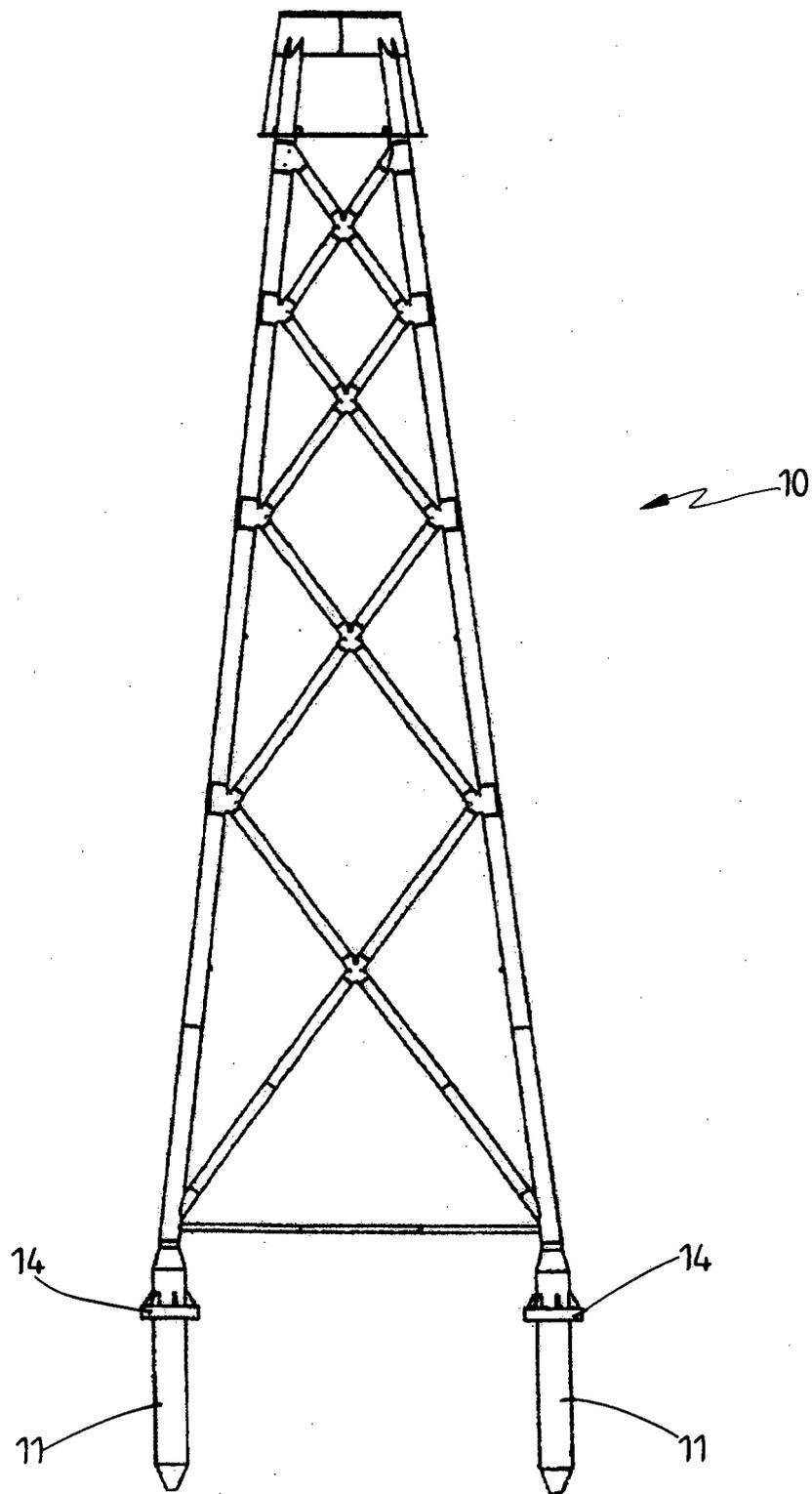


Fig. 1

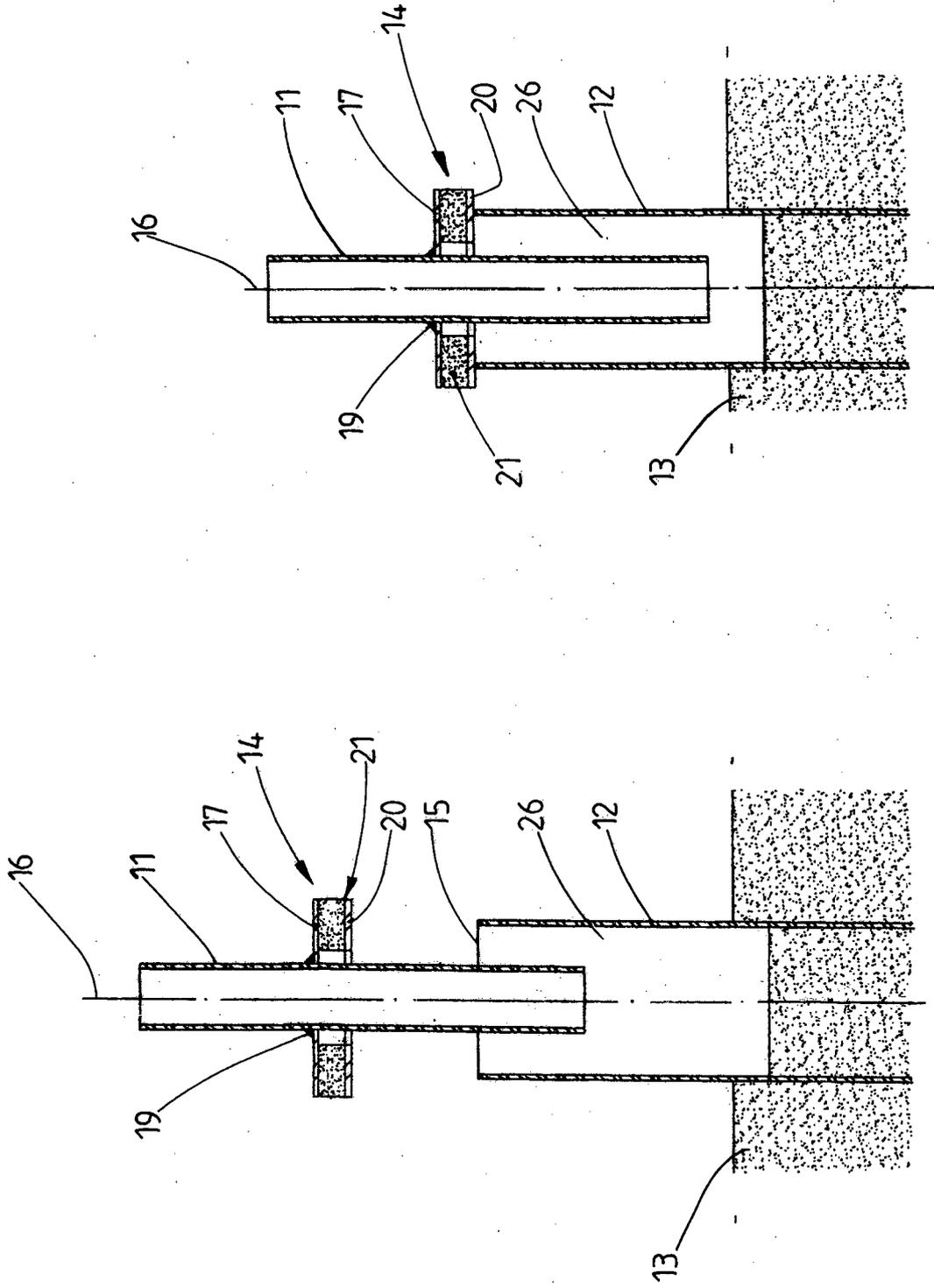


Fig. 3

Fig. 2

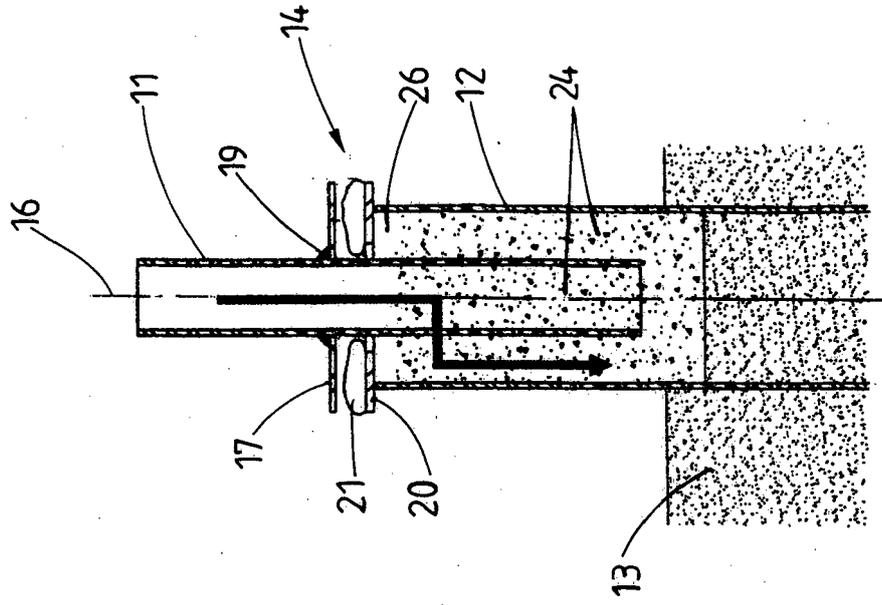


Fig. 5

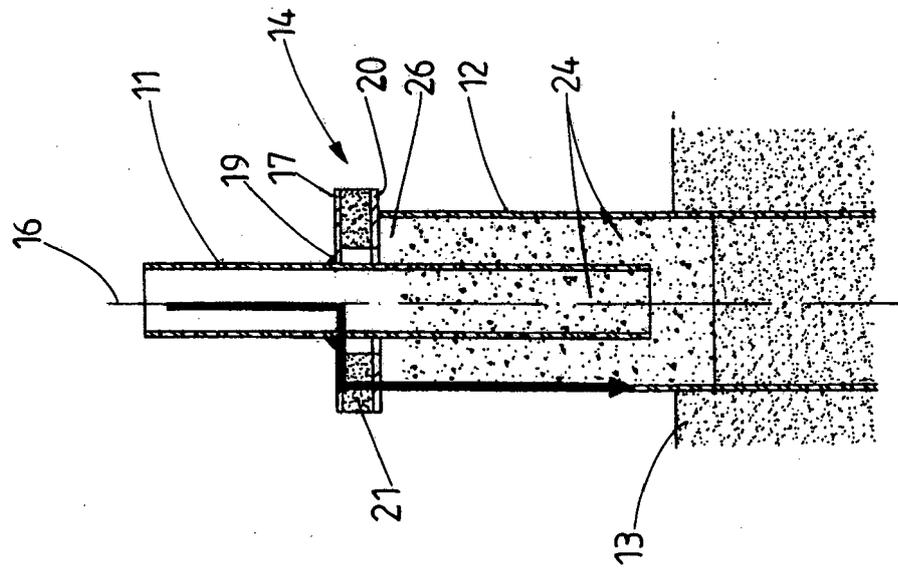


Fig. 4

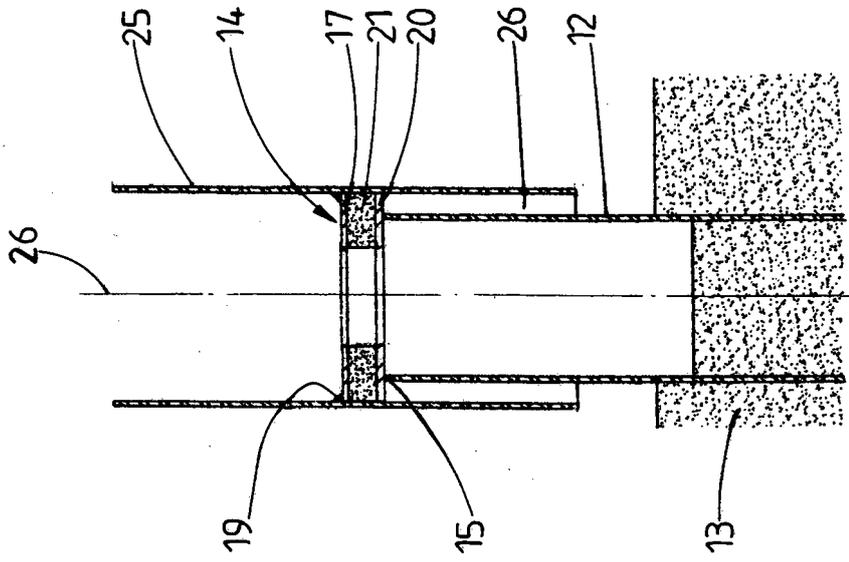


Fig. 7

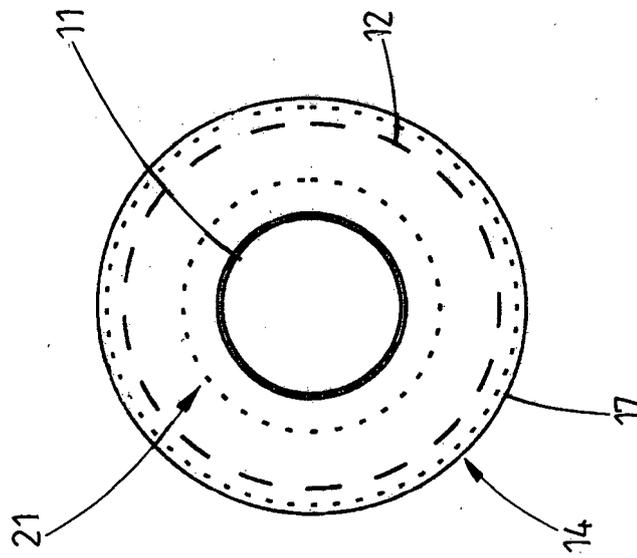


Fig. 6