

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
26. Juni 2014 (26.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/096401 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
E02D 13/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/077778

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Dezember 2013 (20.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2012 012 250.9
21. Dezember 2012 (21.12.2012) DE

(71) Anmelder: **MARITIME OFFSHORE GROUP GMBH**
[DE/DE]; Ludwig-Sütterlin-Straße 3, 28355 Bremen (DE).

(72) Erfinder: **REALES BERTOMEIO, Emilio**; Vor dem
Holze 20, 27367 Horstedt (DE).

(74) Anwalt: **EISENFÜHR SPEISER**; Postfach 10 60 78,
28060 Bremen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

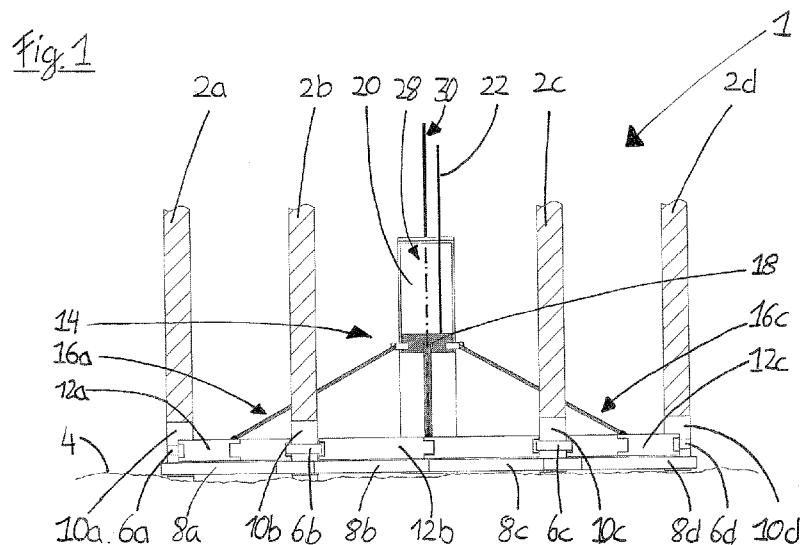
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: MOUNTING DEVICE AND METHOD FOR INSTALLING FIXING ELEMENTS

(54) Bezeichnung : MONTAGEVORRICHTUNG UND -VERFAHREN FÜR DIE INSTALLATION VON
BEFESTIGUNGSELEMENTEN



(57) Abstract: The invention relates to a mounting device (1) for installing fixing elements (2) for the footings of offshore installations on ground surrounded by water, in particular on the sea bed (4), said device comprising multiple guide members (6) for guiding the fixing elements (2) and the guide members (6) being movable relative to one another. The invention also relates to a mounting method for installing fixing elements (2) for the footings of offshore installations on ground surrounded by water, in particular on the sea bed (4).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Montagevorrichtung (1) für die Installation

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



von Befestigungselementen (2) für Fundamente von Offshore-Anlagen auf von Wasser umgebenen Böden, insbesondere auf dem Meeresgrund (4), mit mehreren Führungsgliedern (6) zum Führen der Befestigungselemente (2), wobei die Führungsglieder (6) relativ zueinander bewegbar sind, sowie ein Montageverfahren für die Installation von Befestigungselementen (2) für Fundamente von Offshore-Anlagen auf von Wasser umgebenen Böden, insbesondere auf dem Meeresgrund (4).

Montagevorrichtung und –verfahren für die Installation von Befestigungselementen

Die Erfindung betrifft eine Montagevorrichtung und ein Montageverfahren für die Installation von Befestigungselementen für Fundamente von Offshore-Anlagen auf von Wasser umgebenden Böden, insbesondere auf dem Meeresgrund.

In der Offshore-Windkraftindustrie werden verschiedene Fundamenttypen verwendet, auf
5 denen Windenergieanlagen installiert werden können. Damit eine stabile Fixierung dieser
Fundamente gewährleistet ist, müssen diese auf dem Meeresgrund verankert werden.
Dabei werden an die Verankerung am Meeresboden hohe Anforderungen gestellt, da das
Fundament einerseits von der Windenergieanlage selbst und andererseits von der das
Fundament umgebenden Strömung durch dynamisch variierende Kräfte beansprucht
10 wird. Diese Kräfte müssen über die Verankerung am Meeresgrund abgestützt werden.

Aufgrund der hohen Tragfähigkeit und den wirtschaftlichen Fertigungsmöglichkeiten
werden in der Offshore-Windkraftindustrie vermehrt sogenannte Jacket-Strukturen als
Tragfundamente eingesetzt. Derartige Fundamente weisen regelmäßig fachwerkartige
Strebenstrukturen auf. Dabei sind die einzelnen Streben des Fundaments häufig als
15 Stahlrohre ausgeführt. Durch die gegenüber einer vertikalen Achse leicht nach innen
gekippten und somit schräg-stehenden Außenstreben laufen die Strebenstrukturen
kegelförmig von unten nach oben zusammen. Diese im Wesentlichen kegelförmigen

Fundamente weisen an ihrer Unterseite Installationsstreben auf, welche an Befestigungselementen am Meeresgrund verankert werden müssen.

Die auf dem Meeresboden vorinstallierten Befestigungselemente sind meist lange Pfähle, die mit großen Rammhämmern in den Meeresboden eingetrieben bzw. gerammt werden.

- 5 Es handelt sich hierbei häufig um Rammpfähle mit einer Länge von mehr als 40 Metern, welche unter Wasser mit einer hohen Genauigkeit in den Meeresgrund eingebracht werden müssen, um eine passgenaue Verankerung der Fundamente für die Windenergieanlagen gewährleisten zu können. Aufgrund von Wasserströmungen, starken Winden, trübem Wasser und der Tatsache, dass es auf der offenen See bzw. auf dem Meeres-
- 10 grund keine optischen Anhaltspunkte, die als Ausrichtungsreferenz dienen könnten, vorhanden sind, ist das genaue Positionieren und exakte Einbringen der Rammpfähle in den Meeresgrund ein wichtiger und anspruchsvoller Teilprozess während der Installation einer Windenergieanlage.

- Man ist diesem Problem in der Vergangenheit mit starren Schablonenwerkzeugen, sogenannten Pileframes begegnet. Diese Schablonenwerkzeuge weisen Führungslöcher für
- 15 die in den Meeresboden zu verankernden Rammpfähle auf. Durch das einmalige Positionieren eines derartigen Schablonenwerkzeuges auf dem Meeresgrund ist es somit möglich die Installation der Rammpfähle durch die Führungslöcher auf dem Schablonenwerkzeug wesentlich zu vereinfachen. Dabei können die einzelnen Rammpfähle ohne elektro-
- 20 nische Vermessungen zur exakten Positionsbestimmung auf den Meeresgrund abgesenkt werden, um dort in ein Führungsloch des Schablonenwerkzeugs einzugreifen und in den Meeresboden eingetrieben zu werden. Während des Rammvorgangs wird also der Rammpfahl, der als Befestigungselement für das spätere Windenergieanlagen-
- 25 Fundament dienen soll, durch das Führungsrohr des Schablonenwerkzeugs geführt, wodurch also nicht nur die anfängliche Ausrichtung sondern auch die spätere Installation vereinfacht ist.

- Aufgrund von rechtlichen Restriktionen und auch nicht zuletzt aus ästhetischen Gründen müssen Fundamente innerhalb eines Windparks mit einer Vielzahl von Windenergieanlagen derart installiert werden, dass die einzelnen Fundamente des Windparks jeweils um
- 30 den gleichen Betrag aus dem Wasser herausragen. Dies macht es im Regelfall erforderlich, dass die verschiedenen Fundamente vor der Installation bzw. vor der Verankerung mit den Befestigungselementen gekürzt werden müssen, oder dass diese direkt in gekürzter Form hergestellt werden. Aufgrund der kegelförmigen Grundstruktur dieser Fundamente kommt es durch deren Kürzung bzw. Höhenanpassung auch zu einer geänder-

ten Grundfläche des Fundamentes. Dies bedeutet, dass sich mit einer Höhenanpassung eines Fundaments auch die benötigten Positionen der Befestigungselemente auf dem Meeresgrund also die geeignete Ausrichtung der Rammpfähle ändert. Als Folge hiervon kann das anfangs beschriebene starre Schablonenwerkzeug nicht mehr universell für die

5 Installation von Fundamenten mit variierenden Höhen bzw. derer Befestigungselemente benutzt werden, da die auf dem Schablonenwerkzeug positionierten Führungslöcher nicht mehr für die Installation von Rammpfählen, an welche an die Meerestiefe angepasste Fundamente verankert werden sollen, geeignet ist. Fundamente mit variierender Höhe bedingen somit unterschiedliche Anordnungen der Befestigungselemente auf dem Mee-

10 resgrund, also eine unterschiedliche Anordnung der Rammpfähle. Es ist in der Offshore-Windkraftindustrie bisher keine Lösung bekannt, wie man technisch und wirtschaftlich vorteilhaft die Montage der Befestigungselemente auf dem Meeresgrund auf die Fundamenthöhe abstimmen kann. Die Rammpfähle für verschiedene Fundamente mit abweichenden Höhen jeweils mit separaten Schablonenwerkzeugen in den Meeresboden

15 einzuarbeiten ist unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht vertretbar. Dies würde dazu führen, dass für jede einzelne Fundmenthöhe ein gesondertes Schablonenwerkzeug gefertigt, an den Installationsstandort transportiert und auf den Meeresgrund abgesenkt werden müsste.

Der Erfindung liegt folglich die Aufgabe zugrunde eine Montagevorrichtung und ein Montageverfahren anzugeben, welche es erlauben Befestigungselemente für Fundamente

20 von Offshore-Anlagen in zumindest mehr als einer Ausrichtung zu installieren.

Diese Aufgabe wird in einem ersten Aspekt von einer Montagevorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, wobei diese mehrere Führungsglieder zum Führen der Befestigungselemente aufweist und die Führungsglieder relativ zueinander bewegbar sind.

25 Durch die relative Beweglichkeit der Führungsglieder zueinander kann die Ausrichtung der Befestigungselemente durch die Montagevorrichtung variiert werden. Die Führungsglieder, in denen die Befestigungselemente, die zum Beispiel Rammpfähle sein können, geführt werden, können also abhängig von dem zu installierenden Fundament ausgerichtet werden, sodass es mit einer einzigen Montagevorrichtung möglich ist die Befestigungselemente für eine Vielzahl von unterschiedlichen Fundamenten zu installieren. Dies

30 führt ferner zu dem Vorteil, dass beispielsweise die gesamten Rammpfähle bzw. Befestigungselemente einer gesamten Windparkanlage mittels dieser Montagevorrichtung ausgerichtet werden können, sodass der Rammprozess schnell und wirtschaftlich vorteilhaft ausgeführt werden kann.

In einer ersten bevorzugten Ausführungsform weist die Montagevorrichtung eine Ausrichtungseinheit zum Ausrichten der Führungsglieder auf. Da die eingangs beschriebenen fachwerkartigen Fundamenttypen regelmäßig mehrere Befestigungselemente am Meeresgrund benötigen, um dort installiert werden zu können, weist die Ausrichtungseinheit
5 vorzugsweise drei, vier, fünf oder sechs Führungsglieder auf.

In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform sind die Führungsglieder im Wesentlichen in Form eines Kreises, Dreiecks, Vierecks, Quadrats, Fünfecks oder Sechsecks um eine im Wesentlichen vertikale Mittelachse angeordnet. Aufgrund der derart angeordneten Führungsglieder können die Befestigungselemente in einer zu dieser Form korrespondierenden Ausrichtung in den Meeresboden eingebracht werden. Da in der Offshore-Windkraftindustrie eine Vielzahl von verschiedenen Fundamenttypen und Fundamentgrößen existieren, welche oftmals verschiedene Grundgestaltungen und/oder Querschnittsflächen und/oder Strebenstrukturen aufweisen, ist eine Anpassbarkeit der Ausrichtungseinheiten an diese Strukturen auch unter wirtschaftlichen Aspekten sinnvoll,
10 da die Montagevorrichtung auch für die Installation von Fundamenten von verschiedenen Herstellern und/oder für die Installation von Fundamenten mit variierenden Höhen verwendet werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Montagevorrichtung mehrere, vorzugsweise drei, vier, fünf oder sechs Führungsrahmen zum
20 Führen der Führungsglieder auf. Die Führungsrahmen sind dabei derart gestaltet, dass die Führungsglieder auf einer vordefinierten Führungsbahn geführt werden. Kommt es also zu einer relativen Bewegung der Führungsglieder untereinander verändert jedes Führungsglied seine absolute Position auf dem Führungsrahmen auf dem es geführt wird.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die Führungsrahmen derart ausgebildet, dass die Führungsbahnen im Wesentlichen horizontal verlaufen. Es kommt folglich bei einer relativen Bewegung der Führungsglieder zueinander lediglich zu einer horizontalen Bewegung der einzelnen Führungsglieder. Ferner ist bevorzugt, dass die Führungsbahnen der Führungsrahmen für die verschiedenen Führungsglieder auf einer im Wesentlichen horizontal verlaufenden Ebene angeordnet sind.

30 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform verlaufen die Führungsbahnen im Wesentlichen entlang einer Geraden. Besonders bevorzugt sind Führungsbahnen, die im Wesentlichen radial bezogen auf die vertikale Mittelachse verlaufen. Dies führt dazu,

dass die Führungsglieder derart geführt werden, dass sie sich entweder auf die vertikale Führungsachse zu oder von dieser weg bewegen.

5 Ferner ist eine Montagevorrichtung besonders bevorzugt, bei der der Abstand zwischen den einzelnen Führungsgliedern und der Mittelachse bei der Bewegung der Führungsglieder relativ zueinander stets um den gleichen Betrag zu- oder abnimmt. Diese als gleichförmig zu beschreibende Relativbewegung der einzelnen Führungsglieder ist besonders im Hinblick darauf, dass sich bei einer Höhenanpassung eines Fundaments die Positionen der zu verankernden Installationsstreben ebenfalls gleichförmig ändern, als besonders vorteilhaft zu bewerten.

10 Ferner wird die erfindungsgemäße Montagevorrichtung dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass sie ein antreibbares Stellelement aufweist, welches mit mindestens einem Führungsglied gekoppelt ist. Durch diese Kopplung von Stellelement und Führungsgliedern, kann die Relativbewegung der Führungsglieder über die Bewegung des Stellelements geregelt werden.

15 Bevorzugt ist eine Ausführungsform, in der die erfindungsgemäße Montagevorrichtung durch einen zylindrischen und/oder rohrförmigen Führungskörper zum Führen des Stellelements weitergebildet wird. Beim Bewegen der Führungsglieder über das Stellelement wird dieses also gesondert geführt, wodurch auch das manuelle, elektrische oder mechanische Antreiben des Stellelements vereinfacht wird. Der zylindrische und/oder rohrförmige Führungskörper weist dabei eine Längsachse auf, die im Wesentlichen vertikal verläuft und fluchtend zu der vertikalen Mittelachse der Montagevorrichtung angeordnet ist.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Führungsglieder über Koppelglieder zumindest teilweise miteinander gekoppelt. Somit kann es auch zu einer Bewegung eines Führungsgliedes kommen, welches nicht direkt mit dem Stellelement verbunden ist. Weitergebildet werden kann diese Ausführungsform dadurch, dass mindestens ein Koppelglied mit dem Stellelement gekoppelt ist. Hierbei wird eine Bewegung des Stellelements zuerst an ein Koppelglied weitergegeben, welches diese Bewegung wiederum an mindestens ein geführtes Führungsglied weitergibt.

30 In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Führungsglieder jeweils gelenkig mit einem, vorzugsweise zwei, Koppelgliedern verbindbar.

Weitergebildet wird die erfindungsgemäße Montagevorrichtung besonders vorteilhaft dadurch, dass die Koppelglieder zwischen zwei benachbarten Führungsgliedern zweiteilig ausgeführt sind. In einer derartigen zweigeteilten Ausführung sind die beiden Teile gelenkig miteinander verbunden. Die zweiteilige und gelenkige Ausführung der Koppelglieder erlaubt es, dass die gekoppelten Führungsglieder sich zweiachsig relativ zueinander bewegen können. Somit ist es möglich, dass mehrere Führungsglieder durch zweiteilige Koppelglieder miteinander gekoppelt sind und sich auf Führungsbahnen radial von der vertikalen Mittelachse weg oder zu der vertikalen Mittelachse hin bewegen können.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Montagevorrichtung weist das Stellitelement einen Führungsabschnitt auf, der mit dem Führungskörper derart zusammenwirkt, dass eine im Wesentlichen vertikale Bewegung des Führungsabschnitts des Stellitelements in eine im Wesentlichen horizontale Bewegung mindestens eines Führungsglieds umgewandelt wird. Der Führungsabschnitt ist dabei vorzugsweise als Führungsring ausgeführt, welcher um den rohrförmigen vertikal ausgerichteten Führungskörper angeordnet ist, um in vertikaler Richtung geführt zu werden. Die vertikale Bewegung des Führungsrings wird dabei über mehrere, vorzugsweise drei, vier, fünf oder sechs Stellstreben an die Koppelglieder und/oder die Führungsglieder weitergegeben. Damit diese vertikale Bewegung in eine horizontale Bewegung umgewandelt werden kann, ist es notwendig, dass die Stellstreben beidseitig gelenkig einerseits an dem Führungsring und andererseits an den Koppelgliedern und/oder Führungsgliedern gelagert sind.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Stellitelement mittels einer mit dem Stellitelement gekoppelten Zugeinrichtung antreibbar. Die Zugeinrichtung kann dabei vorzugsweise ein Seil darstellen. Dieses Seil kann beispielsweise an dem Führungsring des Stellitelements befestigt sein, sodass der horizontal am Führungskörper geführte Führungsring durch das Ziehen an dem Seil angehoben werden kann. Das Seil kann dabei beispielsweise durch eine Winde, die auf einem sich in der Nähe befindlichen Installationsschiff angeordnet ist, angetrieben werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann das Stellitelement auch über einen Stellzylinder angetrieben werden. Dabei ist der Stellzylinder vorzugsweise am oder im Führungskörper angeordnet. Durch eine Hubbewegung des Stellzylinders kann somit der Führungsring des Stellitelements angehoben oder abgesenkt werden. Diese vertikale Bewegung des Führungsrings kann dann über das Stellitelement an die Koppelglieder und/oder die Führungsglieder derart weitergegeben werden, dass diese sich in einer horizontalen Ebene bewegen.

Zum Ausrichten bzw. Positionieren der gesamten Montagevorrichtung weist diese in einer bevorzugten Ausführungsform Positionierungsmittel auf. Mit diesen Positionierungsmitteln kann die gesamte Montagevorrichtung mithilfe eines Installationsschiffes abgesenkt, geborgen und auf dem Meeresboden positioniert werden. Die Positionierungsmittel
5 umfassen vorzugsweise ein Seil, welches mit dem Führungskörper gekoppelt ist. Es ist ferner auch vorstellbar, dass die Positionierungsmittel als eigene Antriebseinheit ausgebildet sind, sodass die Positionierung der Montagevorrichtung ohne eine Kopplung zu einem etwaigen Montageschiff vorgenommen werden kann.

In einer weiteren besonderen besonders bevorzugten Ausführungsform ist an jedem
10 Führungsglied ein Führungselement angeordnet, welches vorzugsweise als Hülse und/oder Hohlrohrabschnitt ausgeführt ist. Diese Führungselemente vereinfachen das Aufnehmen und das Führen der Befestigungselemente. Das innere Abmaß des Führungselements ist dabei größer als das äußere Abmaß eines Befestigungselements. Sind also Führungselement und Befestigungselement als Hohlrohrabschnitte bzw. Rohre
15 ausgeführt, ist der innere Durchmesser des Führungselements größer als der äußere Durchmesser des Befestigungselements. Durch diesen Freiraum bzw. Spalt zwischen dem Führungselement und dem Befestigungselement werden die Schwingungen bzw. Erschütterungen, die während der Montage der Befestigungselements also während des Eindringens des Befestigungselements in den Meeresgrund entstehen, nur teilweise auf
20 die Montagevorrichtung übertragen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind in dem Spalt zwischen dem Führungselement und dem Befestigungselement mindestens ein, vorzugsweise mehrere, Gleitelemente angeordnet. Durch diese Gleitelemente kann zum einen das Befestigungselement gleitend geführt werden und andererseits werden die an die Montagevorrichtung
25 übertragenen Erschütterungen gemindert. Dies führt zu einer gesteigerten Lebensdauer der Montagevorrichtung und resultiert schlussendlich in einer Kostenersparnis.

Die erfindungsgemäße Montagevorrichtung kann dadurch vorteilhaft weitergebildet werden, dass das Führungselement an seiner unteren Stirnseite ein Halteblech aufweist. Dieses Halteblech weist eine ausreichende Festigkeit und/oder Dimensionierung auf, um
30 ein Befestigungselement zu heben. Bevor die Montagevorrichtung von einem Montageschiff abgeladen und auf den Meeresgrund abgesenkt wird, können die Führungselemente bzw. die Führungsglieder bereits mit dem Befestigungselementen, welche in den Meeresboden gerammt werden sollen, bestückt werden. Die Haltebleche sind dabei allerdings derart ausgelegt, dass durch die Montagekräfte, die während des Montagepro-

zesses auf das Halteblech wirken, das Halteblech zerstört wird und das Befestigungselement bzw. die Befestigungselemente in den Meeresboden eingearbeitet werden können.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist das Halteblech austauschbar an dem Führungselement befestigt, sodass ein zerstörtes Halteblech aus einer vorhergehenden Montage entfernt werden kann und durch ein neues Halteblech ausgetauscht werden kann. Dies ermöglicht es, die Montagevorrichtung bereits vor dem Ablassen auf den Meeresgrund mit den Befestigungselementen zu bestücken, auch wenn die Montagevorrichtung noch die zerstörten Haltebleche des vorhergehenden Montageprozesses aufweist. Vorzugsweise ist das Halteblech als Berstscheibe aus Stahlblech ausgebildet.

Die erfindungsgemäße Montagevorrichtung wird durch Auftriebskörper vorteilhaft weitergebildet, die mit der Montagevorrichtung gekoppelt sind. Diese Auftriebskörper, die auch als Auftriebstanks bezeichnet werden können, entlasten einerseits den Kran des Montageschiffes bei einem Absenken der Montagevorrichtung und unterstützen andererseits das Bergen der Montagevorrichtung nachdem die Befestigungselemente in den Meeresgrund eingebracht wurden.

In einer weitem bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Montagevorrichtung eine Trennvorrichtung zum Abtrennen eines Teils des Befestigungselements auf. Sollte es während der Montage bzw. während dem Einbringen der Befestigungselemente in den Meeresboden dazu kommen, dass ein weiteres Eintreiben des Befestigungselementes in den Meeresboden beispielsweise aufgrund von harten Gesteinsschichten nicht möglich ist, können überstehende Abschnitte des Befestigungselementes, die die späte Montage eines Fundamentes behindern könnten, mittels der Trennvorrichtung abgetrennt werden. Die Trennvorrichtung ist hierzu vorzugsweise als Schneidvorrichtung ausgeführt, wobei im Hinblick auf die zu bewältigende Aufgabe, nämlich das Abtrennen eines Stahlrohres unter Wasser, die Schneidvorrichtung als Sauerstoff-Brenner, der auf einer umlaufenden Schiene an dem Führungselement angeordnet ist, ausgeführt ist.

Besonders vorteilhaft wird die erfindungsgemäße Montagevorrichtung durch einen Strömungserzeuger zum Erzeugen einer Wasserströmung in im Wesentlichen vertikaler Richtung weiterbildet. Die erzeugte Wasserströmung schließt dabei vorzugsweise eine horizontale Fläche ein. Mittels einer derartigen Wasserströmung können während des Montageprozesses entstehende Schallwellen gezielt ab- bzw. umgelenkt und/oder gedämpft werden. Dies ist im Hinblick darauf, dass bei der Installation von Offshore-

Windenergieanlagen vorgeschriebene Schallgrenzwerte eingehalten werden müssen, von besonderer Relevanz.

Besonders vorteilhaft wird die Montagevorrichtung dadurch weitergebildet, dass mehrere Strömungserzeuger derart angeordnet und ausgebildet sind, dass deren im Wesentlichen
5 vertikal verlaufenden Strömungen mindestens Teile der Befestigungselemente umströmen. Somit kann gezielt der Schall, der beim Eintreiben der Befestigungselemente mittels Rammhämmern in dem Meeresboden entsteht, abgelenkt und/oder gedämpft werden, sodass die festgeschriebenen Schallgrenzwerte nicht überschritten werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird der vom Strömungserzeuger erzeugten
10 Wasserströmung Luft hinzugefügt, sodass es in der erzeugten Strömung zu einer Luftbläschenbildung kommt. Durch diese Luftbläschenbildung wird der Schallabtransport und somit die Leitung des Schalles und/oder die Schalldämpfung maximiert. Aufgrund der Auftriebswirkung der Luftbläschen wird die Strömung in Richtung der Wasseroberfläche zusätzlich verstärkt.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Montagevorrichtung
15 leitet ein Strömungsleiter die von dem Strömungserzeuger erzeugte Strömung aus dem Wasser heraus. Dazu ist der Strömungsleiter vorzugsweise als rohrförmiger Auftriebskörper ausgebildet. Eine mit Luftbläschen versetzte Strömung kann somit von diesem rohrförmigen Auftriebskörper eingefangen und an die Wasseroberfläche weitergeleitet werden.
20

In einem zweiten Aspekt wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe durch ein Montageverfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei das Montageverfahren den Schritt Verfahren der Führungsglieder einer Montagevorrichtung gemäß einem der vor-
25 stehenden Ansprüche in eine geeignete Führungsposition für die Installation von Befestigungselementen umfasst.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Montagevorrichtung unter Bezugnahme auf begleitende Zeichnungen im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: das Ausführungsbeispiel der in einer ersten Stellung in der Seitenansicht,

Fig. 2: das Ausführungsbeispiel in einer ersten Stellung in der Draufsicht,

Fig. 3: das Ausführungsbeispiel in einer zweiten Stellung in der Seitenansicht,

Fig. 4: ein Ausführungsbeispiel in einer zweiten Stellung in der Draufsicht, und

Fig. 5: eine Detailansicht eines Führungselements des Ausführungsbeispiels als Schnittdarstellung,

5 Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform der Montagevorrichtung 1 in einer ersten Stellung in der Seitenansicht. Die sechs Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f (in Fig. 1 teilweise verdeckt), die in den Meeresboden 4 einzubringen sind, werden dabei von 6 Führungsgliedern 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f geführt. Die Bewegungsfreiheit der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f ist wird durch Führungsrahmen 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f derart eingeschränkt, dass die Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f sich lediglich entlang konstruktiv vordefinierter Bahnen bewegen können. Innerhalb der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f sind Führungselemente 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f angeordnet, welche die Aufnahme und Führung der Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f unterstützen. Die Führungselemente 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f sind als Stahlrohrabschnitte ausgebildet, wobei der Innendurchmesser der Führungselemente 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f minimal größer ist als der Außendurchmesser der Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, sodass einerseits eine leichtgängige Führung und vertikale Bewegung der Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f ermöglicht wird und andererseits die Schwingungen und Erschütterungen, die während des Montageprozesses auf die Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f wirken nur teilweise auf die Montagevorrichtung 1 übertragen werden. Benachbarte Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f sind mittels zweiteiligen Koppelgliedern 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f gelenkig miteinander verbunden.

Die zweiteiligen Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f weisen mittig jeweils ein Mittelgelenk auf mittels dem diese mit dem Stellelement 14 verbunden sind. Das Stellelement 14 umfasst sechs Stellstreben 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f, die an einem unteren Ende jeweils mit einem Koppelglied 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f und an einem oberen Ende mit einem Führungsring 18 gelenkig verbunden sind. Der Führungsring 18 umschließt den Führungskörper 20, welcher als Hohlrohrabschnitt ausgeführt ist. Mittels einer Zugeinrichtung 22, die in diesem Ausführungsbeispiel als Seil ausgebildet ist oder einem Stellzylinder 24 lässt sich der Führungsring 18 heben bzw. heben und senken. Die vertikale Bewegung des Führungsringes 18 wird dabei über Stellstreben 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f in eine horizontale Bewegung umgewandelt und über die Koppelglieder

12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f an die Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f weitergegeben. Somit lassen sich die Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f samt den Führungselementen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f und den Befestigungselementen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f auf durch die Führungsrahmen 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f vordefinierte Führungsbahnen 26a, 26b, 26c, 26d, 26e, 26f bewegen. Durch die Kopplung der verschiedenen Elemente und durch die Führung der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f in Führungsrahmen 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f kommt es somit zu einer Bewegung der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, die sich dadurch auszeichnet, dass die Abstände zwischen den einzelnen Führungsgliedern 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f und der Mittelachse 28 jederzeit übereinstimmen. Sobald der Führungsring 18 angehoben wird, verringern sich die Abstände zwischen den einzelnen Führungsgliedern 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f und der Mittelachse 28, wobei die einzelnen Abstände jederzeit übereinstimmen.

Zum Positionieren der Montagevorrichtung 1 auf dem Meeresgrund oder zum Verladen auf ein Montageschiff weist die Montagevorrichtung 1 Positionierungsmittel 30 auf, die in dieser Ausführungsform ein Seil umfassen. In der Darstellung ist die Montagevorrichtung derart ausgerichtet, dass die Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f maximal nach außen ausgelenkt bzw. verfahren wurden. Diese in der Figurenbezeichnung als „erste Stellung“ bezeichnete Ausrichtung der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f kann verlassen werden, indem der Führungsring 18 des Stellelements 14 nach oben verfahren wird, sodass die Stellstreben 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f als Zugstangen fungieren und die Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f in einer horizontalen Ebene radial nach innen in Richtung der Mittelachse 28 ziehen. Durch ein derartiges Verfahren kann die Montagevorrichtung 1 beispielsweise in eine zweite Position gebracht werden, die in den folgenden Beschreibungen für die Figuren 3 und 4 näher erläutert wird. Die Ausrichtungseinheit 32 betrifft alle Elemente die wesentlich an der Verschiebung der der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f beteiligt sind. Das sind in diesem Ausführungsbeispiel mindestens die Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f selbst, die Führungsrahmen 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, die Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f und das Stellelement 14. Die Umsetzung der Ausführungseinheit 34 kann jedoch auch auf andere Art erfolgen.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Montagevorrichtung in einer ersten Stellung in der Draufsicht. Deutlich dargestellt ist in dieser Ansicht die sechsgliedrige Grundstruktur der Montagevorrichtung, die jeweils sechs Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, sechs Führungsrahmen 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f und sechs Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f sowie ein Stellelement mit sechs Stellstreben 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f aufweist, um sechs Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f zu führen.

Zusätzlich sind die Führungsbahnen 26a, 26b, 26c, 26d, 26e, 26f dargestellt, auf denen sich die Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f bewegen. Durch die Draufsicht wird die maximale Auslenkung der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f noch einmal verdeutlicht.

- 5 Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Montagevorrichtung in einer zweiten Stellung in der Seitenansicht. Dargestellt sind im Wesentlichen die gleichen Elemente wie in der Figur 1, jedoch befindet sich die Montagevorrichtung in der dargestellten Ausrichtung in einem teilweise zusammengezogenen Zustand. Als Zusammenziehen ist in diesem Zusammenhang das radiale Verfahren der Führungsglieder 6a, 6b, 10 6c, 6d, 6e, 6f samt der Führungselemente 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f und der Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f auf den Führungsbahnen 26a, 26b, 26c, 26d, 26e, 26f in Richtung der Mittelachse 28 zu verstehen. Hierdurch wird die Grundfläche, die von den Befestigungselementen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f umschlossen wird, reduziert. Hierdurch können Befestigungselemente 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f zur Verankerung kleinerer Funda- 15 mente für Offshore-Windenergieanlagen in den Meeresboden eingebracht werden, die zwar die gleich Plattform zur Installation der Windenergieanlage an einer Oberseite aufweisen, jedoch aufgrund der kegelförmigen Grundstruktur eine, gemäß der Höhenänderung, reduzierte untere Grundfläche aufweisen, sodass auch die Installationsstreben, die mit den Befestigungselementen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f verbunden werden, von einer 20 kleineren Fläche umschlossen werden.

- Figur 4 zeigt die in Figur 3 dargestellte erfindungsgemäße Montagevorrichtung 1 in der zweiten Stellung in der Draufsicht. Durch die Darstellung wird deutlich, welchen Effekt das Verfahren der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f in Richtung der Mittelachse 28 auf die Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f hat. Durch die zweiteilige Ausführung 25 der Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f kommt es durch die gelenkige Verbindung zwischen den beiden Teilen zu einem Einknicken der Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, sodass in der Draufsicht auf die Montagevorrichtung 1 die Koppelglieder 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f eine Sternform ausbilden. Gerade diese gelenkige Kopplung erlaubt es in Verbindung mit den sechs Stellstreben 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f die 30 vertikale Bewegung des Führungsringes 18 in eine horizontale Bewegung der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f umzuwandeln. Das Verfahren der Führungsglieder 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f in Richtung der Mittelachse 28 wird zum einen durch die Dimensionierung des Führungskörpers 20 und des Führungsringes 18 und zum anderen durch die Länge der Stellstreben 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f limitiert.

Figur 5 zeigt eine Detailansicht eines Führungselements 10 eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Montagevorrichtung 1 als Schnittdarstellung. Das Führungselement ist in einer Ausnehmung eines Führungsglieds 6 angeordnet und als Rohrabschnitt ausgeführt. Das Führungselement 10 nimmt dabei in einem ersten Schritt des Montageprozesses ein Befestigungselement 2 auf. Die Bestückung der einzelnen Führungselemente 10 kann beispielsweise auf einem Montageschiff erfolgen. Durch das Halteblech 38 wird das Befestigungselement 2 getragen und kann somit samt der Montagevorrichtung 1 transportiert und auf den Meeresgrund hinuntergelassen werden. Dadurch, dass der äußere Durchmesser des Befestigungselements geringer ist als der innere Durchmesser des Führungselements 10 befindet sich zwischen diesen beiden Elementen jeweils ein Luftspalt 34, der die Übertragung von Schwingungen und Erschütterungen, die während des Montageprozesses auf das Befestigungselement wirken, verringert. Um die Befestigungselemente trotz des Spalts 34 mit geringen Toleranzen führen zu können, sind zwischen den Befestigungselementen 2 und den Führungselementen 10 Gleitelemente 34 angeordnet. Diese Gleitelemente 34 liegen an der äußeren Mantelfläche der Befestigungselemente 2 an und gewährleisten eine passgenaue Führung der Befestigungselemente 2. Wurde die mit Befestigungselementen 2 bestückte Montagevorrichtung 1 auf den Meeresboden 4 abgesenkt und dort ausgerichtet, werden in einem nächsten Schritt des Montageprozesses große Rammhämmer eingesetzt, um die Befestigungselemente in den Meeresboden 4 einzubringen. Das Halteblech 38 wird bei diesem Montageschritt zerstört und gibt das Befestigungselement 2 frei, sodass es weiter in den Meeresgrund eingetrieben werden kann. Aufgrund der Austauschbarkeit der Haltebleche 38 können, nachdem der Montageprozess abgeschlossen ist und die Montagevorrichtung wieder mittels eines Installationsschiffe geborgen wurde, etwaige Überreste des Halteblechs 38 entfernt werden, sodass ein neues Halteblech 38 eingesetzt werden kann, damit die Montagevorrichtung mit weiteren Befestigungselementen 2 für die Montage einer Verankerung für ein weiteres Fundament bestückt werden kann.

Bezugszeichenliste

In der Figurenbeschreibung und in der Figurendarstellung wurden die folgenden Bezugsziffern verwendet:

	1	Montagevorrichtung
5	2 (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f)	Befestigungselemente
	4	Meeresboden/Meeresgrund
	6 (6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f)	Führungsglieder
	8 (8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f)	Führungsrahmen
	10 (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f)	Führungselemente
10	12 (12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f)	Koppelglieder
	14	Stellelement
	16 (16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f)	Stellstreben
	18	Führungsring
	20	Führungskörper
15	22	Zugeinrichtung
	24	Stellzylinder
	26 (26a, 26b, 26c, 26d, 26e, 26f)	Führungsbahn
	28	Mittelachse
	30	Positionierungsmittel
20	32	Ausrichtungseinheit
	34	Spalt
	36	Gleitelement
	38	Halteblech

Ansprüche

1. Montagevorrichtung (1) für die Installation von Befestigungselementen (2) für Fundamente von Offshore-Anlagen auf von Wasser umgebenen Böden, insbesondere auf dem Meeresgrund (4),
5 mit mehreren Führungsgliedern (6) zum Führen der Befestigungselemente (2), wobei die Führungsglieder (6) relativ zueinander bewegbar sind.
2. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 1,
10 gekennzeichnet durch eine Ausrichtungseinheit (32) zum Ausrichten der mehreren, vorzugsweise drei, vier, fünf oder sechs, Führungsglieder (6).
3. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsglieder (6) im Wesentlichen in Form eines
15 Kreises, Dreiecks, Vierecks, Quadrats, Fünfecks oder Sechsecks um eine im Wesentlichen vertikale Mittelachse (28) angeordnet sind.
4. Montagevorrichtung (1) einem der vorstehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch mehrere, vorzugsweise drei, vier, fünf oder sechs, Führungsrah-
20 men (8) zum Führen der Führungsglieder (6) auf einer Führungsbahn (26).
5. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsrahmen (8) derart ausgebildet sind, dass die Führungsbahnen (26) im Wesentlichen horizontal verlaufen.
25
6. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsrahmen (8) derart ausgebildet sind, dass die Führungsbahnen (26) im Wesentlichen entlang einer Geraden und/oder im Wesentlichen radial bezogen auf die vertikale Mittelachse (28) verlaufen.
30
7. Montagevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen den einzelnen Führungsgliedern (6) und der Mittelachse (28) bei der Bewegung der Führungsglieder (6) relativ zueinander stets um den gleichen Betrag zu- oder abnimmt.
35
8. Montagevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch ein antreibbares Stellelement (14), welches mit mindestens einem Führungsglied (6) gekoppelt ist.

9. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 8

5 gekennzeichnet durch einen im Wesentlichen zylindrischen und/oder rohrförmigen Führungskörper (20) zum Führen des Stellelements (14).

10. Montagevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsglieder (6) über Koppelglieder (12) mindestens teilweise miteinander gekoppelt sind, wobei vorzugsweise mindestens ein Koppelglied (12) mit dem Stellelement (14) gekoppelt ist.

11. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Führungsglied (6) gelenkig mit mindestens einem, vorzugsweise zwei, Koppelgliedern (12) verbindbar ist.

12. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 10 oder 11,

dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelglieder (12) zwischen zwei benachbarten Führungsgliedern (6) zweiteilig ausgeführt sind, wobei die beiden Teile gelenkig miteinander verbunden sind.

13. Montagevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (14) einen Führungsabschnitt aufweist, der mit dem Führungskörper (20) derart zusammenwirkt, dass eine im Wesentlichen vertikale Bewegung des Führungsabschnitts des Stellelements (14) in eine im Wesentlichen horizontale Bewegung mindestens eines Führungsglieds (6) umgewandelt wird.

14. Montagevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (14) mehrere, vorzugsweise drei, vier, fünf oder sechs, Stellstreben (16) und einen Führungsring (18) aufweist, wobei jede Stellstrebe gelenkig mit dem Führungsring (18) gekoppelt ist.

15. Montagevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (14) mittels einer mit dem Stellelement (14) gekoppelten Zugeinrichtung (22) antreibbar ist, wobei die Zugeinrichtung (22) vorzugsweise ein Seil aufweist.

16. Montagevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (14) mittels eines mit dem Stellelement (14) gekoppelten Stellzylinders (24) antreibbar ist, wobei der Stellzylinder (24) vorzugsweise am oder im Führungskörper (20) angeordnet ist.

5

17. Montagevorrichtung (1) nach einem der vorstehen Ansprüche, gekennzeichnet durch Positionierungsmittel (30) zum Positionieren der gesamten Montagevorrichtung (1) auf dem Meeresgrund (4), wobei die Positionierungsmittel (30) vorzugsweise ein Seil umfassen, welches mit dem Führungskörper (20) gekoppelt ist.

10

18. Montagevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an jedem Führungsglied (6) ein Führungselement (10) angeordnet ist, welches vorzugsweise als Hülse und/oder Hohlrohrabschnitt ausgeführt ist.

15

19. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Führungselement (10) und dem Befestigungselement (2) mindestens ein, vorzugsweise mehrere, Gleitelemente (36) angeordnet sind.

20

20. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Führungselement (10) an seiner unteren Stirnseite ein Halteblech (38) aufweist, wobei das Halteblech (38) eine ausreichende Festigkeit und/oder Dimensionierung aufweist, um ein Befestigungselement (2) zu heben und/oder
25 eine derartige Festigkeit und/oder Dimensionierung aufweist, dass es während des Montageprozesses des Befestigungselements (2) aufgrund der Montagekräfte, das Befestigungselement (2) freigibt.

21. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 20,

30 dadurch gekennzeichnet, dass das Halteblech (38) austauschbar an dem Führungselement (10) befestigt und/oder als Berstscheibe aus Stahlblech ausgebildet ist.

22. Montagevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Auftriebskörper, die mit der Montagevorrichtung (1) gekoppelt sind.

35

23. Montagevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch eine Trennvorrichtung zum Abtrennen eines Teils des Befestigungselements (2), wobei die Trennvorrichtung vorzugsweise als Schneidvorrichtung, insbesondere als Sauerstoff-Brenner, ausgeführt und auf einer umlaufenden Schiene an dem Führungselement (10) angeordnet ist.

5

24. Montagevorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens einen Strömungserzeuger zum Erzeugen einer Wasserströmung in im Wesentlichen vertikaler Richtung, wobei die Wasserströmung vorzugsweise eine horizontale Fläche im Wesentlichen umschließt.

10

25. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Strömungserzeuger derart angeordnet und ausgebildet sind, dass deren im Wesentlichen vertikal verlaufenden Strömungen mindestens Teile der Befestigungselemente (2) umströmen.

15

26. Montagevorrichtung (1) nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungserzeuger der erzeugten Wasserströmung Luft hinzufügen, sodass es in der erzeugten Strömung zu einer Luftbläschenbildung kommt.

20

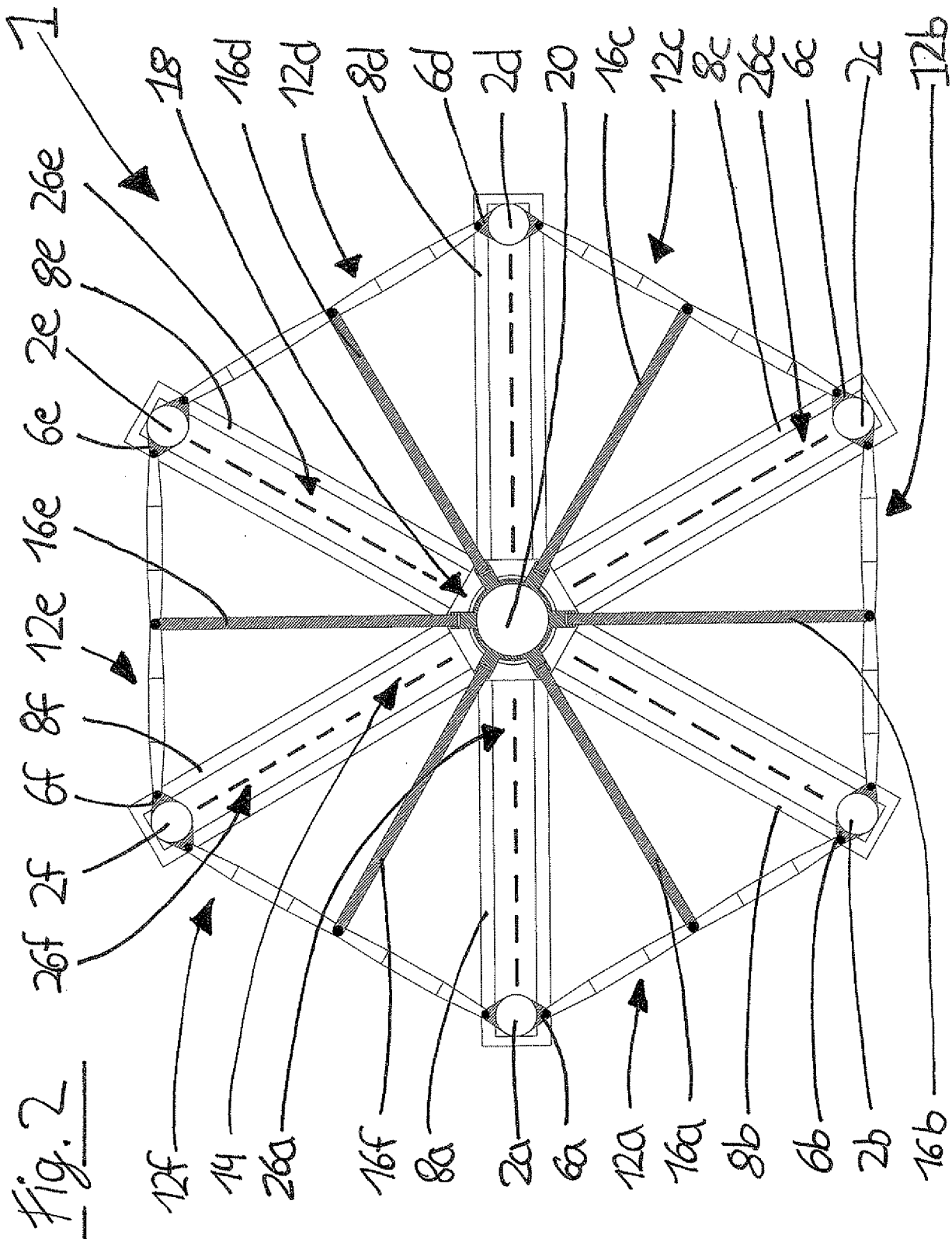
27. Montagevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 24 bis 26, gekennzeichnet durch einen mit der Montagevorrichtung (1) gekoppelten Strömungsleiter, der die von dem Strömungserzeuger erzeugte Strömung aus dem Wasser heraus leitet, wobei der Strömungsleiter vorzugsweise als röhrenförmiger Auftriebskörper ausgebildet ist.

25

28. Montageverfahren für die Installation von Befestigungselementen (2) für Fundamente von Offshore-Anlagen auf von Wasser umgebenen Böden, insbesondere auf dem Meeresgrund (4) mit dem Schritt

30

Verfahren der Führungsglieder (6) einer Montagevorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche in eine geeignete Führungsposition für die Installation von Befestigungselementen (2).



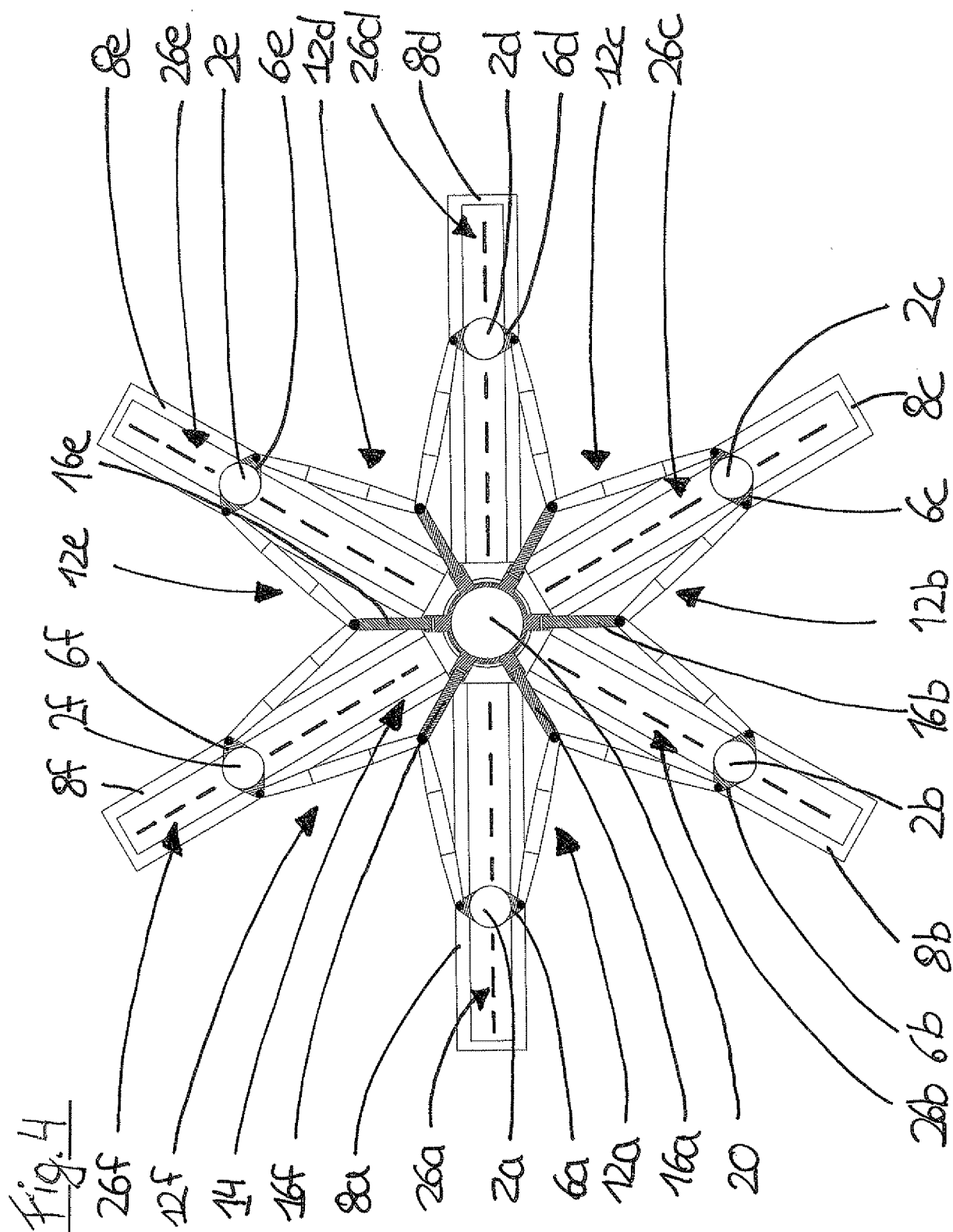


Fig. 5

