

(19)



(11)

EP 2 930 288 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.10.2015 Patentblatt 2015/42

(51) Int Cl.:
E04H 12/34 ^(2006.01) **E02B 17/00** ^(2006.01)
E02D 27/52 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13188167.4**

(22) Anmeldetag: **10.10.2013**

(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

(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB
Postfach 10 60 78
28060 Bremen (DE)

(30) Priorität: **10.10.2012 DE 202012009679 U**

(71) Anmelder: **Maritime Offshore Group GmbH**
28355 Bremen (DE)

(72) Erfinder: **Reales Bertomeo, Emilio**
27367 Horstedt (DE)

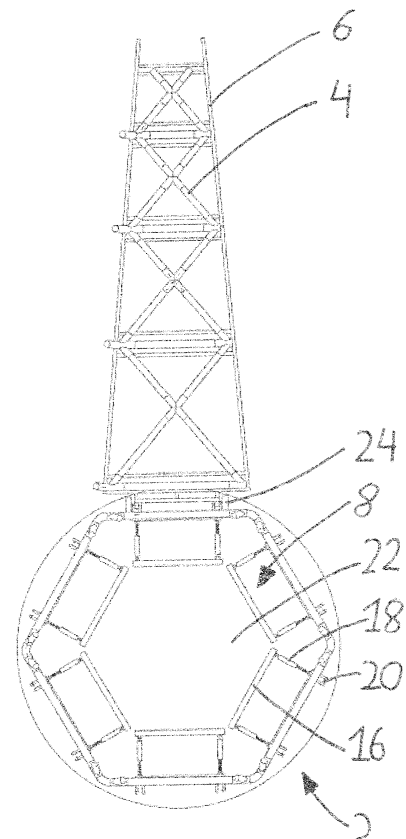
Bemerkungen:

- Die Patentansprüche 17-20,22,23,27-37 gelten als fallen gelassen, da die entsprechenden Anspruchsgebühren nicht entrichtet wurden (R. 45 (3) EPÜ).
- Die Bezugnahmen auf die Zeichnung(en) Nr. 9 gelten als gestrichen (R. 56(4) EPÜ).

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Offshore-Fundamenten**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) und ein Verfahren zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere Windenergieanlagen sowie eine Tragstruktur. Erfindungsgemäß ist mindestens eine drehbare Trageinrichtung (2) zum Tragen mindestens eines Seitenteils (4) der Tragstruktur vorgesehen.

Fig.2



EP 2 930 288 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere Windenergieanlagen, ein Verfahren zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere Windenergieanlagen sowie eine Offshore Tragstruktur für Windenergieanlagen mit einer aus einer Vielzahl von Stäben, insbesondere Stahlrohren, zusammengesetzten Fachwerkstruktur.

[0002] Seit einiger Zeit werden Windenergieanlagen nicht nur "Onshore", also an Land, sondern auch verstärkt auf dem Meer "Offshore" installiert, beispielsweise in sogenannten Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee. Die Offshore-Windenergieanlagen sind extremen Bedingungen ausgesetzt. Sie werden beispielsweise in 20 bis 60 Metern Meerestiefe mit Hilfe eines Fundaments verankert. Das Fundament, welches auch als Tragstruktur bezeichnet werden kann, ist hohen mechanischen und chemischen Belastungen sowie Meeresströmungen ausgesetzt. Verschiedene Typen von Offshore-Fundamenten sind bekannt, beispielsweise Monopipe-, Jacket-, Tripod-, Tripile- oder Bucket-Konstruktionen. Die vorliegende Erfindung betrifft in erster Linie eine sogenannte Jacket Konstruktion. Diese ist eine Stabwerk- oder Rohrkonstruktion, die bevorzugt aus Stahlrohren zusammengesetzt ist.

[0003] Eine derartige Tragstruktur ist beispielsweise in DE 20 2011 101 599 U1 der hiesigen Anmelderin offenbart. Die dort offenbarte Tragstruktur weist mehrere, vorzugsweise sechs im Meeresgrund verankerte, insbesondere rohrförmige Pfähle und eine mit den Pfählen verbindbare, aus einer Vielzahl von Stäben, insbesondere Stahlrohren, zusammengesetzte Stabwerkstruktur auf. Die einzelnen Stäbe der Stabwerkstruktur sind mittels verschiedener Knoten, wie beispielsweise Kreuzknoten, Mittelknoten und Fußknoten, miteinander verbunden.

[0004] Eine weitere Tragstruktur ist in US 5,536,117 offenbart. Die offenbarte Tragstruktur weist übereinanderliegende und miteinander verbundene Segmente auf, wobei mindestens eins der Segmente zu einem nächsten Segment um eine vertikale Achse verdreht angeordnet ist. Die Anzahl und die Orientierung der Segmente ist abhängig von den äußeren Bedingungen, wie z. B. der Wassertiefe oder dem Standort der Tragstruktur. Die einzelnen Segmente der offenbarten Tragstruktur bestehen vorzugsweise aus vertikalen Außenstreben, die mit horizontal und/oder schräg ausgerichteten Querstreben miteinander verbunden sind. Die Verbindung zwischen den Streben wird vorzugsweise durch Montagestifte realisiert.

[0005] Die Herstellung derartiger Tragstrukturen ist nicht zuletzt aufgrund des hohen Gewichts und der großen Ausmaße aufwendig und komplex. Meist wird diese im Rahmen von Werkstattfertigung per Hand durchgeführt. Dazu werden einfache Baugerüste und Stützen zur Fixierung der einzelnen Segmente, wie beispielsweise Rohre, Rohrabschnitte und Knoten, benutzt, um diese

anschließend miteinander zu verschweißen. Üblicherweise werden dabei die Tragstrukturen von unten nach oben hin aufgebaut. Dies gilt insbesondere für Tragstrukturen, die aus einzelnen Segmenten bestehen.

[0006] Ein in der Fertigung von Offshore-Tragstrukturen bekanntes Problem ist der für die Montage benötigte immense Platzbedarf. Die Montagegerüste sowie die zur Herstellung der Tragstrukturen benötigten Maschinen, beispielsweise Kräne und Spezialtransportfahrzeuge, nehmen oftmals ein Vielfaches des Platzes ein, den die Tragstruktur nach der Endmontage selbst benötigt. Dies führt dazu, dass die Stückzahl der parallel montierbaren Tragstrukturen durch den zur Verfügung stehenden Platz in der Montagestätte begrenzt wird.

[0007] Durch die größtenteils manuell ausgeführte Arbeit leidet nicht nur die Durchlaufzeit bei der Herstellung derartiger Tragstrukturen, sondern auch die Maßhaltigkeit, da die einzelnen Segmente von Hand zueinander ausgerichtet werden. Dabei kommen üblicherweise einfache Handmessstäbe, Theodoliten und Augenmaß zum Einsatz. Die endgültige Ausrichtung der einzelnen Segmente zueinander wird dann meist mittels Kettenzügen, handbetätigten Hydraulikkolben oder auch schweren Hämmern vorgenommen. In der Regel erfolgt das Verschweißen von Hand ohne den Einsatz automatisierter Schweißanlagen.

[0008] Durch den hohen personellen und zeitlichen Aufwand sowie durch den großen Platzbedarf während der Montage ist die Herstellung vieler Fundamente gleicher Bauart und Größe innerhalb einer kurzen Zeitperiode wirtschaftlich nicht sinnvoll umsetzbar. Es ist jedoch für den Ausbau der Offshore-Windenergieerzeugung im großen Maßstab erforderlich, für die verschiedenen Bauvorhaben eine große Stückzahl von Tragstrukturen zeitnah und wirtschaftlich bereitstellen zu können.

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Herstellung und ein Verfahren zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Windanlagen, sowie eine solche Tragstruktur selbst, anzugeben, die unter geringem Platzbedarf die kostengünstige und schnelle Produktion von Offshore Tragstrukturen ermöglicht.

[0010] Die Erfindung löst die Aufgabe durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art, die mindestens eine drehbare Trageinrichtung zum Tragen mindestens eines Seitenteils aufweist (Anspruch 1).

[0011] Ein Seitenteil stellt hierbei ein Hüllsegment einer im Wesentlichen kegelstumpfförmigen Tragstruktur einer Offshore-Anlage dar. Ein Seitenteil charakterisiert sich außerdem dadurch, dass es einen umfänglichen Abschnitt umfasst, der sich in axialer Richtung über die im Wesentlichen gesamte Höhe der Tragstruktur erstreckt. Das oder die aufgenommene(n) Seitenteil(e) können auf der drehbaren Trageinrichtung bewegt und mittels dieser gedreht werden.

[0012] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform weist die drehbare Trageinrichtung mehrere, vorzugsweise vier, fünf oder sechs Aufnahmeeinheiten zur Auf-

nahme von Seitenteilen auf. Die Aufnahmeeinheiten sind vorzugsweise auf der Oberseite der drehbaren Trageinrichtung angeordnet. Mittels einer Aufnahmeeinheit ist ein Seitenteil zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegbar, insbesondere schwenkbar.

[0013] In der ersten Position befindet sich das Seitenteil in einer im Wesentlichen horizontal liegenden Position, wobei das Seitenteil in dieser Position im Wesentlichen parallel zum Boden der Fertigungsstätte ausgerichtet ist. Die zweite Position des Bestückungsrahmens kann im Bezug auf die erste Position als aufgerichtet stehend bezeichnet werden. Die zweite Position kann beispielsweise erreicht werden, indem das Seitenteil von der ersten Position um eine horizontale Achse drehend aufgerichtet bzw. geschwenkt wird. Das Seitenteil weist in der zweiten Position wenige Winkelgrade Differenz zu einer (im Aufstellungsprozess durchfahrenen) vertikalen Ebene auf. Durch die schräge Ausrichtung bzw. die leichte Abkipfung aller Seitenteile einer Tragstruktur kommt es zu der kegelstumpfförmigen Außenkontur der Tragstruktur.

[0014] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform ist mindestens ein Bestückungsrahmen mittels eines Drehlagers schwenkbar an der drehbaren Trageinrichtung gelagert. Ein Bestückungsrahmen dient zur wenigstens teilweisen Aufnahme eines Seitenteils einer Tragstruktur. Durch eine Fixierung des Seitenteils auf dem Bestückungsrahmen folgt das Seitenteil allen Bewegungen des Bestückungsrahmens. Der Bestückungsrahmen kann beispielsweise als stabiles Rohrkonstrukt ausgeführt sein, das einen Abschnitt zur Lagerung an der drehbaren Trageinrichtung aufweist. Er schützt das aufgenommene Seitenteil vor mechanischen Beanspruchungen und vereinfacht den Transport und die Zwischenlagerung des Seitenteils. Dies führt zu beschleunigten Prozessabläufen und einer gesteigerten Wirtschaftlichkeit.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden die Bestückungsrahmen mittels einer Hubeinrichtung von der ersten Position in die zweite Position gedreht. Die Hubeinrichtung wirkt in dieser Ausführungsform mit dem Bestückungsrahmen, auf dem das aufzustellende Seitenteil befestigt ist, zusammen. Der Bestückungsrahmen weist hierzu Funktionsflächen auf, an denen eine Verbindung zwischen Hubeinrichtung und Bestückungsrahmen hergestellt werden kann.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Hubeinrichtung als Kran und/oder als Seilzugvorrichtung ausgeführt. Durch einen an dem Bestückungsrahmen befestigten Haken kann der Bestückungsrahmen und das daran fixierte Seitenteil von der ersten Position in die zweite Position geschwenkt werden. Der Haken ist dabei vorzugsweise durch ein stabiles und hochfestes Stahlseil mit einem Kranarm und/oder mit einer Winde verbunden.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Schwenk-Achse, um die der oder die Bestückungsrahmen von der ersten Position in die zweite Po-

sition aufgerichtet bzw. hochgeschwenkt werden, im Wesentlichen horizontal. Der oder die sich in der zweiten Position befindende(n) Bestückungsrahmen können von der drehbaren Trageinrichtung um eine im Wesentlichen vertikale Drehachse gedreht werden. Die Drehung erfolgt also während sich der oder die Bestückungsrahmen und das oder die Seitenteil(e) in der aufgerichteten stehenden Position befinden.

[0018] Durch die Drehung der drehbaren Trageinrichtung und somit auch des oder der Bestückungsrahmen(s) wird der Montageplatz von dem aus der zuletzt hochgeschwenkte Bestückungsrahmen an die drehbare Trageinrichtung angeordnet wurde wieder freigegeben. Der ursprüngliche Montageplatz des zuletzt hochgeschwenkten Bestückungsrahmens kann nun für die Montage eines weiteren Bestückungsrahmens samt einem weiteren Seitenteil verwendet werden. Folglich wird der Platzbedarf, der für die Montage der Bestückungsrahmen bzw. der Seitenteile benötigt wird, durch die Drehung der drehbaren Trageinrichtung minimiert.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist die drehbare Trageinrichtung eine scheibenförmige Grundplatte auf, die um eine vertikale Drehachse drehbar gelagert ist. Die Grundplatte ist hierbei so ausgeführt, dass sie hohe Lasten tragen kann. Besonders geeignet ist folglich eine Ausführung als Betonplatte, jedoch können auch weitere Ausführungsformen wie etwa Stahl- und/oder Holzstrukturen zum Einsatz kommen. Die Grundplatte ist vorzugsweise flach ausgeführt und besitzt ein niedriges Gewicht. Neben einer scheibenförmigen Grundkontur kann die Grundplatte auch als Vieleck oder Freiform ausgebildet sein.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Aufnahmeeinheiten vorzugsweise ringförmig um die Drehachse der drehbaren Trageinrichtung herum angeordnet. Jede Aufnahmeeinheit erlaubt das Aufnehmen eines Bestückungsrahmens in der liegenden Position sowie das Schwenken des Bestückungsrahmens von der liegenden in die aufgerichtete Position und umgekehrt. Die Anzahl der Aufnahmeeinheiten bestimmt folglich auch die Anzahl der maximal aufnehmbaren Bestückungsrahmen. Somit können beispielsweise von einer drehbaren Trageinrichtung, die sechs Aufnahmeeinheiten aufweist auch sechs Bestückungsrahmen aufgenommen werden. In diesem Fall besteht die zu montierende Tragstruktur aus sechs Seitenteilen.

[0021] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht jede Aufnahmeeinheit aus einem Lagerblock, einer Stelleinrichtung und einer Verbindungsvorrichtung. Der Lagerblock ist hierbei ortsfest auf der Grundplatte der drehbaren Trageinrichtung befestigt. Der Lagerblock ist vorzugsweise als Betonblock oder als stabile Stahl- oder Holzkonstruktion ausgeführt. Ferner können die Lagerblöcke der Aufnahmeeinheiten auch als Teil der Grundplatte ausgeführt sein. Die Stelleinrichtung, die einseitig mit dem Lagerblock verbunden ist, wird zum Bewegen sowie zum Ausrichten des Bestückungs-

rahmens genutzt. Die eigentliche Aufnahme des Bestückungsrahmens erfolgt durch die Verbindungsvorrichtung, welche dem Bestückungsrahmen schwenkbar mit der drehbaren Trageinrichtung verbindet.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist jede Stelleinrichtung einen oder mehrere, vorzugsweise zwei Hydraulikzylinder auf, die an einem ersten Ende mit dem Lagerblock und an einem zweiten Ende mit der Verbindungsvorrichtung verbunden sind. Durch die Verwendung von Hydraulikzylindern können auf einfache Weise große Kräfte erzeugt werden mit denen das Einstellen der Bestückungsrahmen mit einer hohen Stellgenauigkeit erfolgen kann.

[0023] Vorzugsweise ist die Verbindungsvorrichtung mittels einem oder mehreren, vorzugsweise zwei, Führungselementen horizontal geführt. Die Führungselemente sind hierbei, ortsfest auf der Oberseite der Grundplatte der drehbaren Trageinrichtung befestigt und weisen eine im Wesentlichen horizontale Lauffläche auf, auf der die Verbindungsvorrichtung aufliegt und relativ zum Führungselement bewegt werden kann.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die drehbare Trageinrichtung an ihrer Unterseite eine kreisrund-verlaufende Führungsschiene auf, die in mehrere auf einer zu der Führungsschiene korrespondierenden Bahn verlaufene Führungsräder eingreift. Die Führungsräder können hierbei auch Teil eines Schienenwagens oder einer sonstigen Hilfskonstruktion sein. Durch die Kombination der kreisrund-verlaufenden Führungsschiene und den Führungsrädern können die vertikal wirkenden Kräfte bzw. Lasten gegen den Boden der Fertigungsstätte abgestützt werden. Außerdem erlaubt die Führung eine kontrollierte und vordefinierte Drehbewegung der drehbaren Trageinrichtung.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist mindestens ein Führungsräder von einem Antriebsmotor angetrieben. Der Antriebsmotor ist vorzugsweise als Elektromotor ausgeführt. Über einen Zahnkranz an den bzw. an der angetriebenen Führungsrolle(n) und über eine Verzahnung an der Führungsschiene der drehbaren Trageinrichtung ist die drehbare Trageinrichtung antreibbar. Der Antrieb der Führungsrolle(n) weist vorzugsweise eine Bremsvorrichtung sowie ein Untersetzungsgetriebe auf, um eine präzise Drehung der drehbaren Trageinrichtung zu ermöglichen.

[0026] Der gesamte Antrieb der drehbaren Trageinrichtung sowie die drehbare Trageinrichtung selbst sind vorzugsweise derart in eine Grube bzw. Ausnehmung des Bodens der Fertigungsstätte eingelassen, dass die Befestigung der Bestückungsrahmen an die Verbindungsvorrichtungen der Aufnahmeeinheiten der drehbaren Trageinrichtung ohne ein Heben oder Senken der Bestückungsrahmen ausgeführt werden kann.

[0027] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die Bestückungsrahmen Klammern zur Befestigung der Seitenteile auf. Eine Verklammerung des Seitenteils erfolgt vorzugsweise an freien Rohrabschnitten oder Knotenpunkten des Seitenteils. Durch die Ver-

klammerung werden die Seitenteile eindeutig auf dem Bestückungsrahmen positioniert. Die Fixierung der Seitenteile ist derart ausgeführt, dass ein gefahrloses Schwenken der Bestückungsrahmen und der Seitenteile genauso möglich ist wie das Ausführen von filigranen Schweißarbeiten. Die Klammern sind derart ausgeführt, dass diese das Seitenteil beim Verspannen weder mechanisch beanspruchen noch dieses beschädigen. Die Klammern verschleifen vorzugsweise auch bei häufigem Lösen und Verspannen von Seitenteilen auf einem Bestückungsrahmen nur geringfügig.

[0028] Vorzugsweise weist jeder Bestückungsrahmen neben dem eigentlichen Gestell, auf dem mittels der Klammern das Seitenteil befestigt wird, fußseitig einen Lagerabschnitt zum Verbinden mit der drehbaren Trageinrichtung auf. Der Lagerabschnitt besteht vorzugsweise aus Stahlprofilen oder Rohren und ist mit einer Verbindungsvorrichtung einer Aufnahmeeinheit der drehbaren Trageinrichtung verbindbar.

[0029] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Anschlagsvorrichtung auf, die mit den Bestückungsrahmen und/oder den Seitenteilen in der zweiten Position zusammenwirkt. Die Anschlagsvorrichtung ist dabei vorzugsweise so ausgeführt, dass die Bestückungsrahmen bzw. Seitenteile beim Schwenken von der liegenden in die aufgerichtete Position an der Anschlagsvorrichtung derart anschlagen, dass eine stabile Lage der Bestückungsrahmen bzw. Seitenteile in der zweiten Position erreicht wird.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Anschlagsvorrichtung an einem Rahmen oder an einer Gebäudestruktur angeordnet. Die Befestigung der Anschlagsvorrichtung ist aufgrund der hohen horizontalen Belastungen, die während des Montageprozesses herrschen, sehr stabil und robust auszulegen. Ferner ist die Anschlagsvorrichtung als obere Trageinrichtung ausgeführt.

[0031] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die obere Trageinrichtung eine scheibenförmige Grundplatte auf, die um eine im Wesentlichen vertikale Drehachse drehbar gelagert ist. Die Drehachsen der oberen Trageinrichtung und der drehbaren (unteren) Trageinrichtung sind vorzugsweise parallel, insbesondere fluchtend ausgebildet. Die Grundplatte der oberen Trageinrichtung ist vorzugsweise als Betonplatte ausgeführt. Weitere Ausführungsformen wie etwa Stahl- und/oder Holzstrukturen können hier ebenso zum Einsatz kommen. Die Grundplatte ist vorzugsweise flach ausgeführt und besitzt ein niedriges Gewicht. Neben einer scheibenförmigen Grundkontur kann die Grundplatte auch als Vieleck oder Freiform ausgebildet sein.

[0032] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die obere Trageinrichtung mehrere, vorzugsweise vier, fünf oder sechs Aufnahmeeinheiten zur Aufnahme von Bestückungsrahmen auf. Diese Aufnahmeeinheiten sind vorzugsweise ringförmig um die Drehachse der oberen Trageinrichtung herum angeordnet. Jede Aufnahmeeinheit erlaubt das Aufnehmen eines Be-

stückungsrahmens in der zweiten, vorzugsweise stehenden, Position. Die Anzahl der Aufnahmeeinheiten bestimmt folglich auch die Anzahl der maximal aufnehmbaren Bestückungsrahmen. Die obere Trageinrichtung weist vorzugsweise die gleiche Anzahl an Aufnahmeeinheiten wie die (untere) drehbare Trageinrichtung auf.

[0033] Die vorliegende Erfindung löst die Aufgabe mit einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere Windenergieanlagen, mit einer nichtdrehbaren, starren Trageinrichtung zum Tragen mindestens eines Seitenteils der Tragstruktur. Die Tragstruktur weist hierbei vorzugsweise vier, fünf oder sechs Aufnahmeeinheiten der bereits beschriebenen Art auf. An jeder dieser Aufnahmeeinheiten ist ein Seitenteil aufnehmbar und zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegbar.

[0034] Die vorliegende Erfindung löst die Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art mit den Schritten:

- Anordnen eines ersten Bestückungsrahmens, auf dem ein erstes Seitenteil wenigstens teilweise aufgenommen ist, in einer ersten Position an einer drehbaren Trageinrichtung;
- Bewegen des ersten Bestückungsrahmens in eine zweite Position;
- Anordnen eines zweiten Bestückungsrahmens, auf dem ein zweites Seitenteil wenigstens teilweise aufgenommen ist, in einer ersten Position an die drehbare Trageinrichtung;
- Bewegen des zweiten Bestückungsrahmens in eine zweite Position;
- Ausrichten der Bestückungsrahmen und/oder Seitenteile zueinander;
- Verschweißen der Seitenteile miteinander.

[0035] Das Anordnen des ersten Bestückungsrahmens an die drehbare Trageinrichtung erfolgt hierbei beispielsweise durch spezielle flache Schwertransporter. In der ersten Position, in der der erste Bestückungsrahmen an die drehbare Trageinrichtung angeordnet wird, ist der erste Bestückungsrahmen sowie das erste Seitenteil vorzugsweise liegend angeordnet und ist im Wesentlichen parallel zum Boden der Fertigungsstätte ausgerichtet. Durch das Abrollen über Montageräder wird der erste Bestückungsrahmen mit dem ersten Seitenteil in die zweite aufrechte Position bewegt. Das Anordnen und Bewegen des zweiten Bestückungsrahmens mit dem zweiten Seitenteil erfolgt in gleicher Weise.

[0036] Das Ausrichten der Bestückungsrahmen ist notwendig, damit sich die Seitenteile, die an den Bestückungsrahmen befestigt sind, in einer exakt definierten Position befinden, die ein Verschweißen der einzelnen

Seitenteile untereinander an den dafür vorgesehenen Schweißabschnitten ermöglicht.

[0037] In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Bewegen des ersten Seitenteils von der ersten, vorzugsweise liegenden, Position in die zweite, vorzugsweise stehende, Position durch Kräne und/oder Seilwinden realisiert.

[0038] Vorzugsweise umfasst das Anordnen eines Bestückungsrahmens das Befestigen eines Bestückungsrahmens an einer Verbindungsvorrichtung der drehbaren Trageinrichtung. Das Befestigen erfolgt dabei derart, dass die Bestückungsrahmen um eine im Wesentlichen horizontale Achse schwenkbar mit der drehbaren Trageinrichtung verbunden sind.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Bestückungsrahmen in der zweiten, vorzugsweise stehenden, Position an einer Verbindungsvorrichtung einer oberen Trageinrichtung befestigt. Die Befestigung des Bestückungsrahmens an der Verbindungsvorrichtung erfolgt über einen Lagerabschnitt am kopfseitigen Ende des Bestückungsrahmens.

[0040] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der oder die sich in der zweiten, vorzugsweise stehenden Position befindende(n) Bestückungsrahmen mittels der drehbaren Trageinrichtung und/oder der oberen Trageinrichtung um eine im Wesentlichen vertikale Drehachse gedreht. Die Drehung des (der) sich in der zweiten Position befindenden Bestückungsrahmen(s) erfolgt nachdem der zuletzt angeordnete Bestückungsrahmen von der ersten in die zweite Position bewegt wurde und bevor ein weiterer Bestückungsrahmen samt Seitenteil an die drehbare Trageinrichtung angeordnet wird.

[0041] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die Drehung um einen Winkel derart ausgeführt, dass der zweite Bestückungsrahmen von einer im Wesentlichen gleichen Position aus wie der erste Bestückungsrahmen an die drehbare Trageinrichtung anordenbar ist. Dieser Winkel entspricht dem n-ten Teil von 360 Grad, wobei n die Anzahl der Seitenteile darstellt aus denen die Tragstruktur zusammengesetzt wird. Bei der Montage einer Tragstruktur aus 6 Seitenteilen wird also eine Drehung von 60 Grad durchgeführt.

[0042] Besonders bevorzugt erfolgt das Ausrichten der Bestückungsrahmen zueinander mittels Stelleinrichtungen. Hierbei werden die Bestückungsrahmen durch die Stelleinrichtungen derart horizontal verschoben und/oder um eine im Wesentlichen horizontale Schwenkachse geschwenkt, dass alle Seitenteile mit den jeweils benachbarten Seitenteilen an den vorgesehenen Schweißabschnitten verschweißt werden können.

[0043] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens erfolgt das Ausrichten der Bestückungsrahmen zueinander mittels lasergestützter Abstands- und Längenmessern. Die Koordination der Bestückungsrahmen erfolgt vorzugsweise durch einen zentralen Rechner. Diese computergestützte Art des Ausrichtens der Bestückungsrahmen erlaubt eine überaus

präzise Positionierung der Seitenteile zueinander und schafft somit die Grundlage für die Realisierung guter Schweißverbindungen. Ein präzises Ausrichten der Bestückungsrahmen bzw. der Seitenteile mindert auch die durch das Verschweißen der Seitenteile eingebrachten Eigenspannungen und trägt folglich zur Stabilität der Tragstruktur bei.

[0044] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Seitenteile vor dem Verschweißen vorzugsweise gleichmäßig auf ein gleiches Temperaturniveau erwärmt. Die Temperaturabstimmung der einzelnen Seitenteile erfolgt im Hinblick auf die Vermeidung von Schweißverzug und Eigenspannungen.

[0045] Besonders bevorzugt erfolgt das Verschweißen der Seitenteile mittels automatisierter Orbital-schweißanlagen. Das automatisierte Orbital-schweißen bietet die Vorteile, dass die Schweißergebnisse reproduzierbar und qualitativ sehr hochwertig sind. Außerdem sind derartige automatisierte Schweißanlagen auch in schwierig zugänglichen Bereichen einsetzbar in denen manuelles Schweißen ausgeschlossen ist oder nur minderwertige Ergebnisse erwarten lässt.

[0046] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Schweißverbindungen durch Korrosionsschutzmaßnahmen behandelt. Hier kommen spezielle Beschichtungen zum Einsatz, die auf die Schweißnähte aufgetragen werden. Einen guten Korrosionsschutz versprechen beispielsweise verschiedene Polyurethane und spezielle Epoxidharze.

[0047] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Seitenteile nach dem Verschweißen miteinander durch das Lösen der Verklammerung von den Bestückungsrahmen gelöst. Das Lösen erfolgt vorzugsweise schrittweise und nachdem die Schweißverbindungen mit Korrosionsschutzmaßnahmen behandelt wurden.

[0048] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Bestückungsrahmen nach dem Lösen der Verklammerung entfernt.

[0049] Vorzugsweise umfasst das Entfernen eines Bestückungsrahmens die Schritte:

- Lösen der Befestigung des Bestückungsrahmens von der oberen Trageinrichtung;
- Bewegen des Bestückungsrahmens von der zweiten in die erste Position;
- Lösen der Befestigung des Bestückungsrahmens von der drehbaren (unteren) Trageinrichtung;

[0050] Das Entfernen der Bestückungsrahmen erfolgt, analog zum Lösen der Verklammerung, schrittweise. Auf diese Weise können die einzelnen von der Verklammerung gelösten Bestückungsrahmenahmen ohne Sicherheitsbedenken und ohne eine besondere Beachtung der übrigen Bestückungsrahmen entfernt werden. Das Entfernen der Bestückungsrahmen erfolgt vorzugsweise

durch das Lösen der Verbindung zwischen dem Bestückungsrahmen und der Anschlagsvorrichtung bzw. der oberen Trageinrichtung und einem darauffolgenden Bewegen, vorzugsweise Schwenken, des Bestückungsrahmens von der, vorzugsweise aufgerichteten, zweiten Position in die, vorzugsweise liegende, erste Position. Nachdem sich der Bestückungsrahmen wieder in der ersten Position befindet, kann die Verbindung zur drehbaren Trageinrichtung gelöst werden, um den Bestückungsrahmen freizugeben. Dieser kann in einem nächsten Schritt beispielsweise durch einen flachen Schwertransporter vom Montageplatz der Tragstruktur abtransportiert werden.

[0051] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird nach dem Entfernen des ersten Bestückungsrahmens die drehbare Trageinrichtung um einen Winkel derart gedreht, dass der zweite Bestückungsrahmen an der im Wesentlichen gleichen Position wie der erste Bestückungsrahmen entfernt werden kann. Dieser Schritt wird analog auch für die Entfernung aller restlichen Bestückungsrahmen angewendet. Die Drehung erfolgt im Hinblick auf die Minimierung des Platzbedarfs während der Montage der Tragstrukturen. Dadurch, dass alle Bestückungsrahmen durch die Drehung der drehbaren Trageinrichtung an der im Wesentlich gleichen Position entfernt werden können, wird gegenüber dem Anordnen der Bestückungsrahmen an die drehbare Trageinrichtung kein weiterer Montageplatz benötigt.

[0052] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens erfolgt nach dem Entfernen der Bestückungsrahmen die Montage von Sekundär-Bauteilen wie Leitern und/oder Geländern. Die Montage der Sekundär-Bauteile erfolgt vorzugsweise zeitnah und direkt nach dem Entfernen der Bestückungsrahmen. In Hinblick auf einen möglichst unkomplizierten Transport der Tragstruktur kann die Montage dieser Bauteile aber auch an einem anderen Ort zu einem späteren Zeitpunkt vorgenommen werden.

[0053] Die Erfindung löst die Aufgabe durch eine Tragstruktur der eingangs genannten Art, die aus mehreren, vorzugsweise vier fünf oder sechs, einzelnen vorgefertigten Seitenteilen zusammengesetzt ist.

[0054] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Tragstruktur durch eines der oben aufgeführten Verfahren und/oder eine der oben aufgeführten Vorrichtungen hergestellt.

[0055] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einiger Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher erläutert. Hierbei zeigen

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen in der Seitenansicht;

Figur 2 Teile eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen in der Draufsicht;

- Figur 3 ein Ausführungsbeispiel einer drehbaren Trageinrichtung einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen in der Seitenansicht;
- Figur 4 Teile eines Ausführungsbeispiels einer Trageinrichtung einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen in der Draufsicht;
- Figur 5 ein Ausführungsbeispiel der Führung und des Antriebs einer drehbaren Trageinrichtung einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen in der Seitenansicht;
- Figur 6 ein Ausführungsbeispiel eines Bestückungsrahmens und eines Seitenteils einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen in der Draufsicht;
- Figur 7 ein Ausführungsbeispiel eines Bestückungsrahmens einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen in der Seitenansicht;
- Figur 8 ein Ausführungsbeispiel einer Tragstruktur für Offshore-Anlagen in der Seitenansicht; und
- Figur 9 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen;

[0056] Die Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen (1) weist gemäß Figur 1 eine drehbare Trageinrichtung (2), Bestückungsrahmen (6) und eine obere Trageinrichtung (12) auf. Auf den Bestückungsrahmen (6) sind hierbei Seitenteile (4) fixiert. Die Bestückungsrahmen (6) sind mittels fußseitigen Lagerabschnitten (11) mit den Aufnahmeeinheiten (8) an der drehbaren Trageinrichtung (2) angeordnet.

[0057] Die drehbare Trageinrichtung (2) ist um die vertikale Dreh-Achse (10) drehbar und in den Boden der Fertigungsstätte (11) eingelassen. Die scheibenförmige Grundplatte (22) der drehbaren Trageinrichtung (2) ist derart in eine Grube (30) eingelassen, dass die Oberfläche der Grundplatte (22) plan mit dem Boden der Fertigungsstätte (11) abschließt. Zur Aufnahme der Lasten der Bestückungsrahmen (6) sowie der Seitenteile (4) der Tragstruktur ist die Grundplatte (22) aus einem festen und stabilen Material, wie beispielsweise Beton, hergestellt. Beim Aufrichten eines Bestückungsrahmens (6) bzw. eines Seitenteils (4) verläuft der kopfseitige Lagerabschnitt (15) des Bestückungsrahmens (6) entlang eines Schwenkverlaufs (14), vgl. Fig. 1.

[0058] Figur 1 zeigt einen linken Bestückungsrahmen und ein linkes Seitenteil sowohl in der liegenden ersten Position als auch in der stehenden zweiten Position. Die

liegende, horizontale erste Position wird erreicht, indem der Bestückungsrahmen (6) mit flachen Schwertransportern an die drehbare Trageinrichtung (2) herangefahren und mit dieser schwenkbar verbunden wird. Die zweite Position des Bestückungsrahmens (6) wird eingenommen, wenn dieser mittels einer Hubeinrichtung wie einem Kran und/oder einer Seilzugeinrichtung aufgerichtet wird und gegen die obere Trageinrichtung (12) anschlägt. Die obere Trageinrichtung (12) ist vorzugsweise ebenfalls drehbar ausgeführt und ist an einem Gerüst, Rahmen oder einer Gebäudestruktur befestigt.

[0059] Figur 2 zeigt eine Trageinrichtung (2) sowie einen Bestückungsrahmen (6) mit einem auf dem Bestückungsrahmen (6) fixierten Seitenteil (4). Die Aufnahmeeinheiten (8), die sich auf der Oberseite der Grundplatte (22) der Trageinrichtung (2) befinden, umfassen jeweils einen Lagerblock (16), eine Stelleinrichtung (18) und eine Verbindungsvorrichtung (20). Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Trageinrichtung (2) sechs Aufnahmeeinheiten (8) auf, die ringförmig um die vertikale Dreh-Achse (10) herum angeordnet sind. Die Verbindungsvorrichtung (20) wirkt mit dem fußseitigen Lagerabschnitt (13) eines Bestückungsrahmens (6) zusammen und erlaubt das Schwenken bzw. Aufstellen des Bestückungsrahmens (6) und des Seitenteils (4). Die Stelleinrichtungen (18) sind als Hydraulikzylinder ausgeführt und verbinden die bewegbaren Verbindungsvorrichtungen (20) mit den mit der Grundplatte (22) der Trageinrichtung (2) verbundenen Lagerblöcken (16). Die Lagerblöcke (16) stützen die horizontal wirkenden Lasten, die insbesondere beim Verschieben der Bestückungsrahmen (6) durch die Stelleinrichtungen (18) auftreten, gegen die Trageinrichtung ab. Eine Verschiebung der Bestückungsrahmen (6) durch die Stelleinrichtungen (18) ist notwendig, damit die Seitenteile (4) der Tragstruktur, nachdem das letzte Seitenteil (4) aufgerichtet wurde, derart zueinander ausgerichtet werden können, dass ein Verschweißen der Seitenteile (4) an den dafür vorgesehen Stellen erfolgen kann. Durch das Verschweißen entsteht aus mehreren, in diesem Fall sechs, Seitenteilen eine stabile und tragfähige Tragstruktur. Durch die schräge Ausrichtung der Seitenteile (4) in der zweiten Position (Figur 1) kommt es zu der kegelstumpfförmigen Außenkontur der Tragstruktur. Während des Aufrichtens der Seitenteile (4) wird die Last des Bestückungsrahmens (6) mittels Montagerädern (24) auf die Trageinrichtung (2) abgestützt. Die Montageräder (24) wirken zusätzlich als Drehlager und unterstützen den Aufstellprozess der Bestückungsrahmen (6). Die obere Trageinrichtung (12) ist analog zur Trageinrichtung (2) aufgebaut und weist die gleiche Anzahl von Aufnahmeeinheiten (8) auf.

[0060] Figur 3 zeigt die drehbare Trageinrichtung (2) in separierter Darstellung. Die drehbare Trageinrichtung (2) ist in eine Grube (30) des Bodens der Fertigungsstätte (11) eingelassen. Zusätzlich zu den aus einem Lagerblock (16), einer Stelleinheit (18) und einer Verbindungsvorrichtung (20) bestehenden Aufnahmeeinheiten (8) ist die an der Unterseite der Grundplatte (22) der drehbaren

Trageinrichtung (2) angeordnete Führungsschiene (26) abgebildet. Ferner sind die in die Führungsschiene (26) eingreifenden Führungsräder (28) dargestellt. Die Führungsschiene (26) verläuft kreisrund um die vertikale Dreh-Achse (10) und gibt somit den Drehbewegungsverlauf der Grundplatte (22) bzw. der drehbaren Trageinrichtung (2) vor. Über den gesamten Umfang sind korrespondierend zu der Schienenführung Führungsräder (28) in der Grube (30) angeordnet. Die Führungsräder (28) sind hierbei auf Unterkonstruktionen wie zum Beispiel Schienenwagen angeordnet. Dargestellt ist ebenfalls der Antrieb eines Führungsrads mittels einer Antriebseinrichtung. Die Beschreibung der Figur 5 zeigt weitere Details der Antriebseinrichtung und der Umsetzung der Drehbewegung auf.

[0061] In Figur 4 sind Teile der drehbaren Trageinrichtung (2) im Detail dargestellt. Die Figur zeigt eine Aufnahmeeinheit (8) mit einem Bestückungsrahmen (6) und einem Seitenteil (4) und eine Aufnahmeeinheit (8) ohne Bestückungsrahmen (6). Der dargestellte Zustand tritt beispielsweise ein, nachdem der erste Bestückungsrahmen (6) an die drehbare Trageinrichtung (2) angeordnet und im Anschluss daran aufgerichtet wurde.

[0062] Figur 5 zeigt eine Detaildarstellung der drehbaren Trageinrichtung (2) sowie deren Antriebsumsetzung. Der vorzugsweise als Elektromotor ausgeführte Antriebsmotor (32) ist mittels eines Übersetzungsgetriebes mit einem mit einem Zahnkranz (34) versehenen Führungsrads (28) verbunden. Der Zahnkranz (34) greift in eine Verzahnung auf der Führungsschiene (26) ein. Die Verzahnung kann jedoch auch seitlich von der Führungsschiene (26) angebracht sein. Auch eine Separierung des Zahnkranzes (34) von dem Führungsrads (28) ist möglich. Der Antrieb weist vorzugsweise eine Bremsung auf, um die präzise Umsetzung einer definierten Drehbewegung zu ermöglichen. Die Komponenten des Antriebs sind in die Grube (30) eingelassen und befinden sich zwischen dem Grubenboden und der Unterseite der Grundplatte (22) der drehbaren Trageinrichtung (2). Die Umsetzung des Antriebs kann durch einen oder mehrere angetriebene Führungsräder (28) erfolgen.

[0063] In Figur 6 ist eine Ausführungsvariante eines Bestückungsrahmens (6) sowie eines Seitenteils (4) dargestellt. Der Bestückungsrahmen (6) und auch das Seitenteil (4) weisen eine trapezförmige Grundform auf, die eine nach oben hin schmaler werdende kegelförmige Grundkontur der Tragstruktur erlaubt. Der Bestückungsrahmen (6) umfasst äußere Längsstreben (36) die durch Querstreben (38) miteinander verbunden sind. Die Querstreben (38) sind derart beabstandet, dass sie einerseits dem Gestell des Bestückungsrahmens (6) eine ausreichende Steifigkeit und Stabilität verleihen und andererseits das Gewicht des Bestückungsrahmens (6) moderat halten. Beide Streben sind vorzugsweise als Hohlrohre ausgeführt und mittels Schweißnähten miteinander verbunden. Das Seitenteil (4) umfasst Querstreben (40) sowie Diagonalstreben (42). Die Diagonalstreben (42) sind in einer X-Anordnung zwischen den Quer-

streben (40) angeordnet. Die Kombination aus Quer- und Diagonalstreben (40, 42) erlaubt eine hohe Tragfähigkeit bei gleichzeitig relativ niedrigem Gewicht. Das niedrige Gewicht der einzelnen Bestückungsrahmen (6) und Seitenteile (4) erleichtert und beschleunigt auch die Montage und den Transport der Tragstrukturen.

[0064] Figur 7 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines Bestückungsrahmens (6) in der Seitenansicht. Der dargestellte Bestückungsrahmen (6) umfasst ein Gestell (46) das aus einer Vielzahl von Streben bzw. Rohren besteht. Auf dem Gestell (46) sind zur Aufnahme eines Seitenteils (4) Klammer (44) angeordnet, durch die das Seitenteil (4) auf dem Bestückungsrahmen (6) in einer definierten Position fixiert wird.

[0065] In Figur 8 ist eine Tragstruktur (48) für Offshore-Anlagen in der Seitenansicht dargestellt. Die Tragstruktur besteht aus sechs miteinander verschweißten Seitenteilen und weist vier horizontale Ringstrukturen (60) bestehend aus jeweils sechs Querstreben (40) aus. Dabei ist jede Querstrebe (40) einer Ringstruktur (60) Teil eines anderen Seitenteils (4). Die einzelnen Querstreben (40) der untersten Ringstruktur sind mit Fußknoten (54) zum einen miteinander zum anderen mit den Befestigungsabschlüssen (56) und den Diagonalstreben (42) verbunden. Die Befestigungsabschlüsse (56) werden hierbei an bereits in den Meeresboden gerammte Montagestelzen befestigt. Auch eine direkte Anbringung der im Meeresboden verankerten Montagestelzen an die unterste Ringstruktur ist möglich. Durch die X-Knoten (50) wird eine X-Anordnung der Diagonalstreben (42) erreicht. Mittels der Mittelknoten (52) werden die Ringstrukturen (60) beidseitig mit Diagonalstreben (42) in X-Anordnung verbunden. Auf die Rohr- bzw. Strebenkonstruktion wird ein Abschlusselement (58) aufgesetzt, welches das obere Ende der Tragstruktur darstellt. Das Abschlusselement (58) stellt die Montageplatte dar, auf die beispielsweise eine Offshore-Windenergieanlage (WEA) montiert werden kann. Das Abschlusselement rangt hierbei vorzugsweise aus der Meeresoberfläche heraus.

[0066] Figur 9 zeigt eine Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen. Dargestellt sind neben der unteren Trageinrichtung (2) auch die Bestückungsrahmen (6), die zur Aufnahme der Seitenteile (4) verwendet werden, und die obere Trageinrichtung (12). Die obere Trageinrichtung (12) ist hierbei über ein Rahmengestell mit dem Boden der Fertigungsstätte (11) verbunden. Am dargestellten Rahmengestell sind beidseitig fahrbare Montagebrücken angeordnet. Sowohl die untere Trageinrichtung (2) als auch die obere Trageinrichtung (12) weisen jeweils sechs Aufnahmeeinheiten (8) auf.

[0067] In der Figurenbeschreibung sowie in der Figurendarstellung werden die folgenden Bezugsziffern verwendet:

- 1 Vorrichtung zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen

- 2 (drehbare) Trageinrichtung
- 4 Seitenteil
- 6 Bestückungsrahmen
- 8 Aufnahmeeinheit
- 10 vertikale Dreh-Achse
- 11 Boden der Fertigungsstätte
- 12 obere Trageinrichtung
- 13 fußseitiger Lagerabschnitt
- 14 Schwenkverlauf
- 15 kopfseitiger Lagerabschnitt
- 16 Lagerblock
- 18 Stelleinrichtung
- 20 Verbindungsvorrichtung
- 22 Grundplatte
- 24 Montageräder
- 26 Führungsschiene
- 28 Führungsrad
- 30 Grube
- 32 Antriebsmotor
- 34 Zahnkranz
- 36 Längsstreben des Bestückungsrahmens
- 38 Querstreben des Bestückungsrahmens
- 40 Querstreben des Seitenteils
- 42 Diagonalstreben des Seitenteils
- 44 Klammern
- 46 Gestell
- 48 Tragstruktur
- 50 X-Knoten
- 52 Mittelknoten
- 54 Fußknoten
- 56 Befestigungsabschlüsse
- 58 Abschlusselement
- 60 Ringstruktur

Patentansprüche

- 1. Vorrichtung (1) zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere Windenergieanlagen,
gekennzeichnet durch mindestens eine drehbare Trageinrichtung (2) zum Tragen mindestens eines Seitenteils (4) der Tragstruktur.
- 2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Trageinrichtung (2) mehrere, vorzugsweise vier, fünf oder sechs Aufnahmeeinheiten (8) aufweist, wobei an jeder Aufnahmeeinheit (8) vorzugsweise ein Seitenteil (4) aufnehmbar und zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegbar, insbesondere schwenkbar ist.
- 3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bestückungsrahmen (6) mittels eines Drehlagers schwenkbar an der Trageinrichtung (2) gelagert ist.

- 4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Bestückungsrahmen (6) mittels einer Hubeinrichtung in die zweite Position drehbar ist.
- 5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Hubeinrichtung einen Kran oder/und eine Seilzugeinrichtung aufweist.
- 10. Vorrichtung (1) einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der Bestückungsrahmen (6) von der ersten in die zweite Position um eine im Wesentlichen horizontale Schwenk-Achse schwenkbar ist und dass der wenigstens eine Bestückungsrahmen (6) um eine im Wesentlichen vertikale Dreh-Achse (10) mittels der drehbaren Trageinrichtung (2) drehbar ist.
- 15. Vorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Trageinrichtung (2) eine scheibenförmige um eine vertikale Dreh-Achse (10) drehbar gelagerte Grundplatte (22) aufweist.
- 25. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeeinheiten (8) ringförmig um die Dreh-Achse (10) herum an der drehbaren Trageinrichtung (2) angeordnet sind.
- 30. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass jede Aufnahmeeinheit (8)
einen Lagerblock (16),
eine Stelleinrichtung (18) zum Bewegen des Bestückungsrahmens (6) und
eine bewegbar an der drehbaren Trageinrichtung (2) angeordnete Verbindungsvorrichtung (20) zum schwenkbaren Verbinden des Bestückungsrahmens (6) mit der drehbaren Trageinrichtung (2) aufweist.
- 40. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass jede Stelleinrichtung (18) einen oder mehrere, vorzugsweise zwei, Hydraulikzylinder aufweist, die an einem ersten Ende mit dem Lagerblock (16) und an einem zweiten Ende mit der Verbindungsvorrichtung (20) verbunden sind.
- 50. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsvorrichtung (20) mittels einem oder mehreren, vorzugsweise zwei, Führungselementen horizontal auf der drehbaren Trageinrichtung (2) geführt ist.

12. Vorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Trageinrichtung (2) eine in mehrere Führungsräder (28) eingreifende Führungsschiene (26) aufweist. 5
13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Führungsräder (28) von einem Antriebsmotor (32) antreibbar sind und die drehbare Trageinrichtung (2) über einen Zahnkranz (34) an dem bzw. den angetriebenen Führungsrädern (28) und über eine Verzahnung an der Führungsschiene (26) der drehbaren Trageinrichtung (2) durch den Antriebsmotor (32) drehbar ist. 10 15
14. Vorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 ferner umfassend wenigstens einen Bestückungsrahmen (6) zur mindestens teilweisen Aufnahme mindestens eines Seitenteils (4),
dadurch gekennzeichnet, dass jeder Bestückungsrahmen (6) Klammern (44) zur Befestigung des Seitenteils (4) aufweist. 20 25
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass jeder Bestückungsrahmen (6) fußseitig einen Lagerabschnitt (13) zum Verbinden mit der drehbaren Trageinrichtung (2) aufweist. 30
16. Vorrichtung (1) nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorstehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch eine Anschlagsvorrichtung zum Zusammenwirken mit einem oder mehreren Bestückungsrahmen (6) und/oder Seitenteilen der Tragstruktur in der zweiten Position. 35
17. Vorrichtung (1) nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagsvorrichtung an einem Rahmen oder einer Gebäudestruktur angeordnet und als obere Trageinrichtung (12) ausgeführt ist. 40
18. Vorrichtung (1) nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass die obere Trageinrichtung (12) eine scheibenförmige um eine im Wesentlichen vertikale Dreh-Achse (10) drehbar gelagerte Grundplatte (22) aufweist. 50
19. Vorrichtung (1) nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, dass die obere Trageinrichtung (12) mehrere, vorzugsweise vier, fünf oder sechs ringförmig um die Dreh-Achse (10) herum angeordnete Aufnahmeeinheiten (8) zur Aufnahme von Bestückungsrahmen (6) aufweist. 55
20. Vorrichtung (1) zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere Windenergieanlagen,
gekennzeichnet durch eine Trageinrichtung zum Tragen mindestens eines Seitenteils (4) der Tragstruktur mit mehreren, vorzugsweise vier, fünf oder sechs Aufnahmeeinheiten (8), wobei an jeder Aufnahmeeinheit (8) vorzugsweise ein Seitenteil (4) aufnehmbar und zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegbar ist.
21. Verfahren zur Herstellung von Tragstrukturen für Offshore-Anlagen, insbesondere Windenergieanlagen, mit den Schritten:
- Anordnen eines ersten Bestückungsrahmens (6), auf dem ein erstes Seitenteil (4) wenigstens teilweise aufgenommen ist, in einer ersten Position an einer drehbaren Trageinrichtung (2);
 - Bewegen des ersten Bestückungsrahmens (6) in eine zweite Position;
 - Anordnen eines zweiten Bestückungsrahmens (6), auf dem ein zweites Seitenteil (4) wenigstens teilweise aufgenommen ist, in einer ersten Position an die drehbare Trageinrichtung (2);
 - Bewegen des zweiten Bestückungsrahmens (6) in eine zweite Position;
 - Ausrichten der Bestückungsrahmen (6) und/oder Seitenteile zueinander;
 - Verschweißen der Seitenteile miteinander.
22. Verfahren nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet, dass das Anordnen eines Bestückungsrahmens (6) das Befestigen eines Bestückungsrahmens (6) an einer Verbindungsvorrichtung (20) der drehbaren Trageinrichtung (2) umfasst.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22,
dadurch gekennzeichnet, dass das Bewegen der Bestückungsrahmen (6) von der ersten in die zweite Position mittels eines Krans und/oder einer Seilwinde erfolgt.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23,
gekennzeichnet durch den Schritt:
- Befestigen des Bestückungsrahmens (6) an einer Verbindungsvorrichtung (20) einer oberen Trageinrichtung.
25. Verfahren nach Anspruch 24,
gekennzeichnet durch den Schritt:
- Drehen des(der) sich in der zweiten Position befindenden Bestückungsrahmen(s) mittels der drehbaren Trageinrichtung (2) und/oder der oberen Trageinrichtung (12) um eine im We-

sentlichen vertikale Dreh-Achse (10).

26. Verfahren nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drehung um einen Winkel derart ausgeführt wird, dass der zweite Bestückungsrahmen (6) von einer im Wesentlichen gleichen Position aus wie der erste Bestückungsrahmen (6) an der drehbaren Trageinrichtung (2) anordenbar ist. 5
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 26,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ausrichten der Bestückungsrahmen (6) zueinander mittels Stelleinrichtungen (18) erfolgt. 10
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 27,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ausrichten der Bestückungsrahmen (6) zueinander mittels lasergestützten Abstands- und Längenmessern sowie insbesondere einem zentralen Rechner koordiniert wird. 15
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 28,
gekennzeichnet durch den Schritt: 20
- Erwärmung der Seitenteile (4). 25
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 28,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verschweißen der Seitenteile (4) mittels automatisierten Orbital-schweißanlagen erfolgt. 30
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 30,
gekennzeichnet durch den Schritt: 35
- Behandeln der Schweißverbindungen **durch** Korrosionsschutzmaßnahmen. 35
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 31,
gekennzeichnet durch den Schritt: 40
- Lösen der Seitenteile (4) von den Bestückungsrahmen (6).
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 32,
gekennzeichnet durch den Schritt: 45
- Entfernen der Bestückungsrahmen (6).
34. Verfahren nach Anspruch 33, 50
- gekennzeichnet dadurch, dass** das Entfernen eines Bestückungsrahmen (6) die folgende Schritte umfasst:
- Lösen der Befestigung des Bestückungsrahmens (6) von der oberen Trageinrichtung (12); 55
- Bewegen des Bestückungsrahmens (6) von der zweiten in die erste Position;

- Lösen der Befestigung des Bestückungsrahmens (6) von der drehbaren Trageinrichtung (2).

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 oder 34,
dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Entfernen des ersten Bestückungsrahmens (6) die drehbare Trageinrichtung (2) um einen Winkel derart gedreht wird, dass der zweite Bestückungsrahmen (6) an der im Wesentlichen gleichen Position wie der erste Bestückungsrahmen (6) entfernt werden kann. 10
36. Tragstruktur (48) für Offshore-Anlagen mit einer aus einer Vielzahl von Stäben, insbesondere Stahlrohren, zusammengesetzten Fachwerkstruktur,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fachwerkstruktur aus mehreren, vorzugsweise vier fünf oder sechs, einzelnen vorgefertigten Seitenteilen (4) zusammengesetzt ist. 15
37. Tragstruktur (48) nach Anspruch 36,
gekennzeichnet dadurch, dass diese durch eines der Verfahren gemäß der Ansprüche 21 bis 35 und/oder mittels einer der Vorrichtungen gemäß der Ansprüche 1 bis 20 hergestellt wird. 20

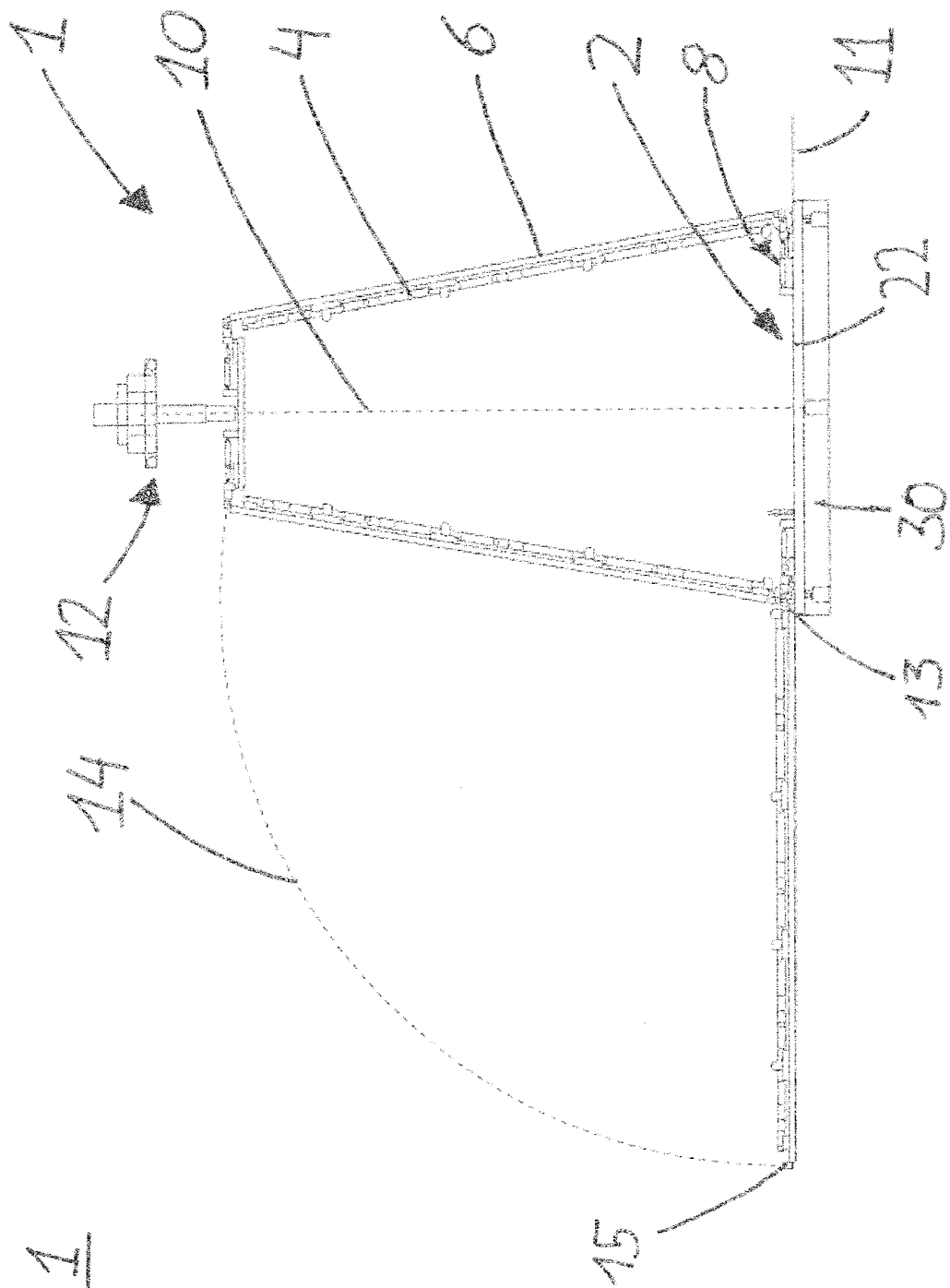


Fig. 1

Fig. 2

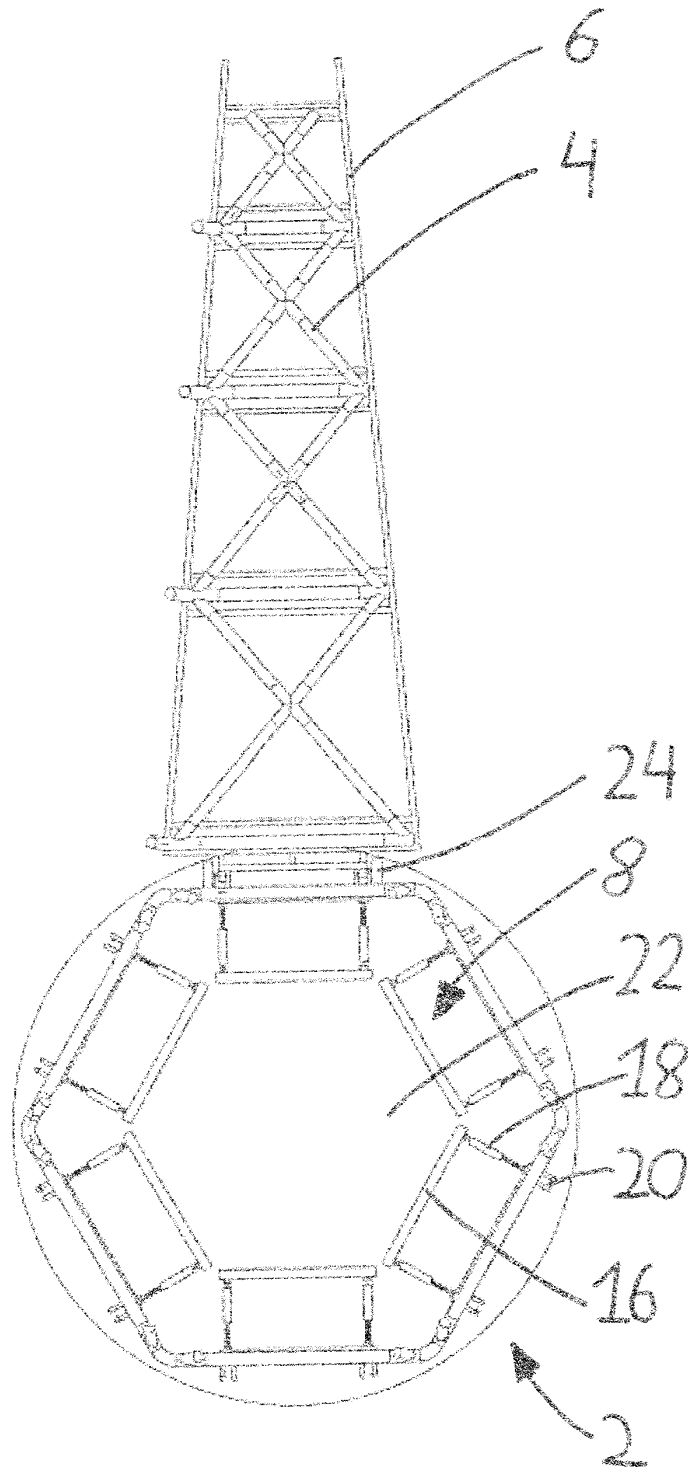


Fig. 3

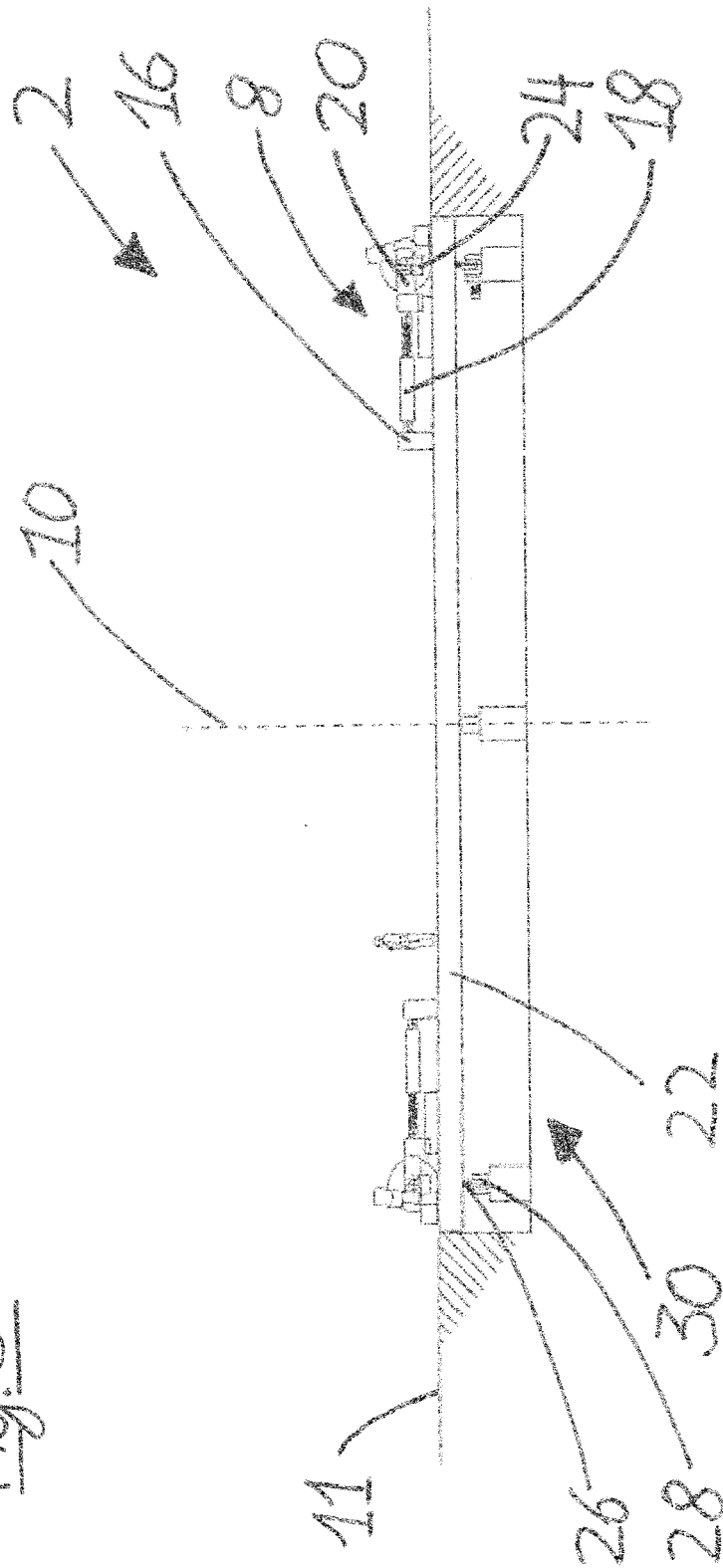


Fig. 4

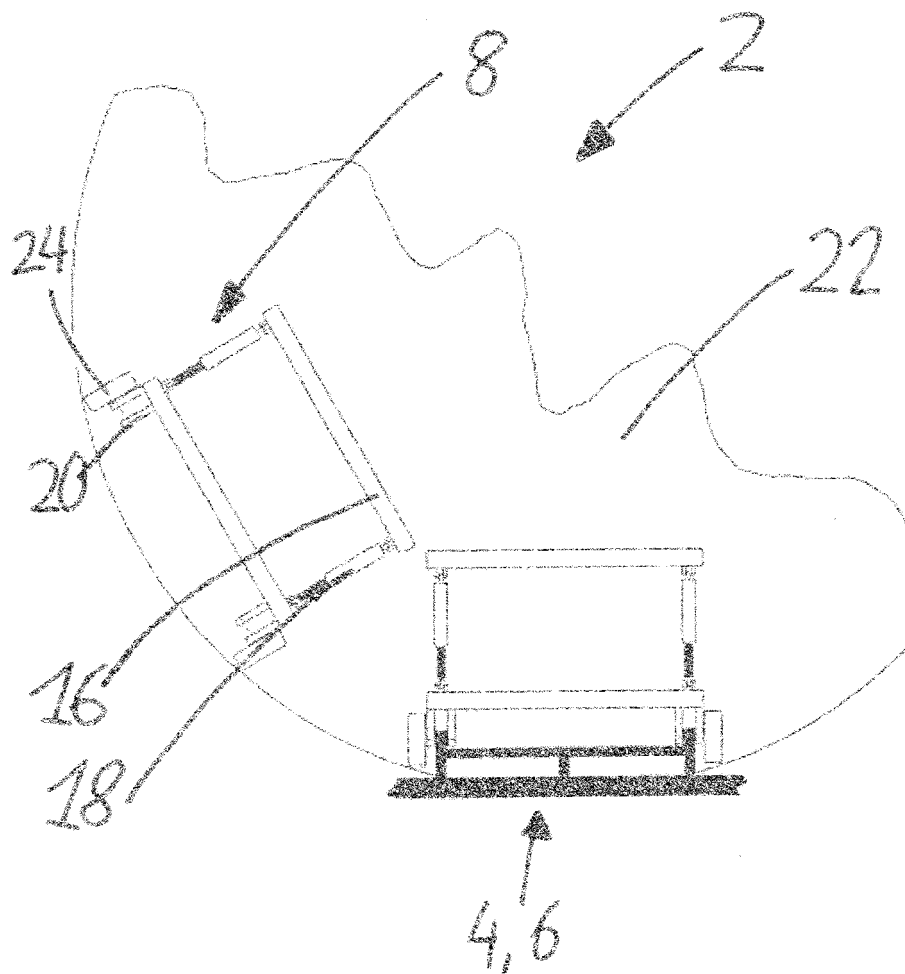


Fig. 5

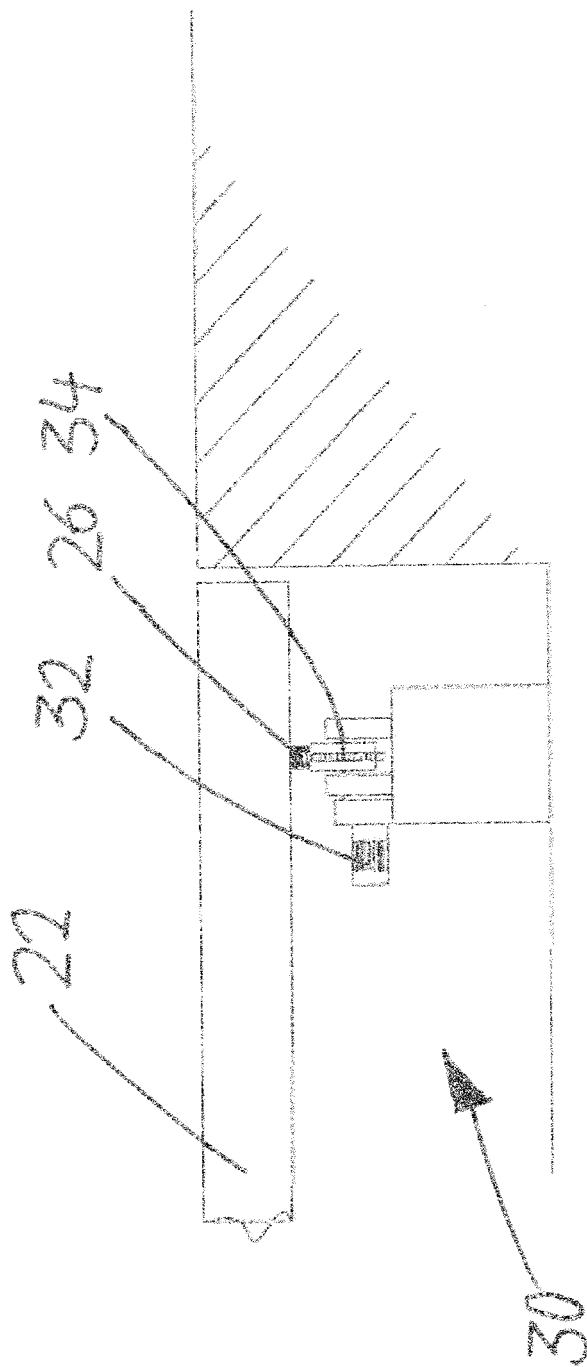


Fig. 6

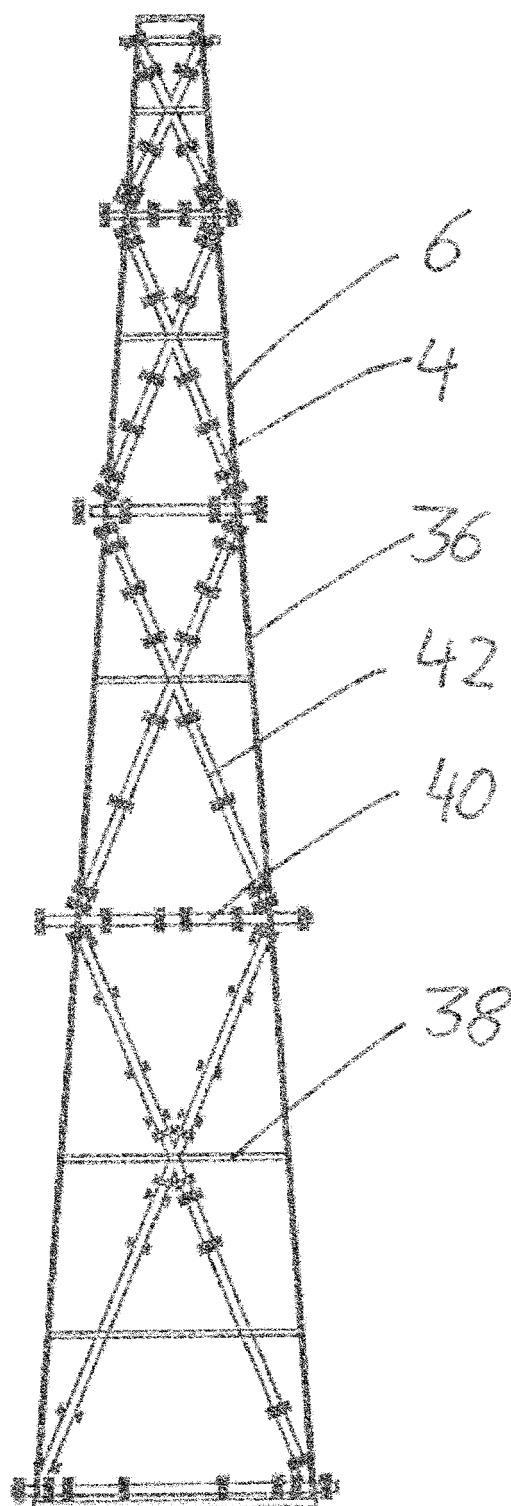


Fig. 7

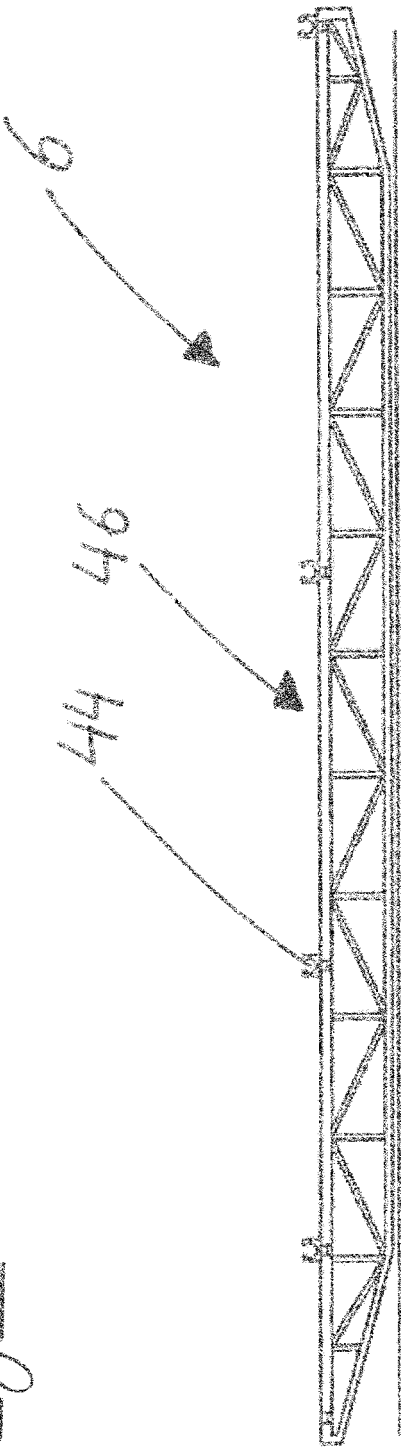


Fig. 8

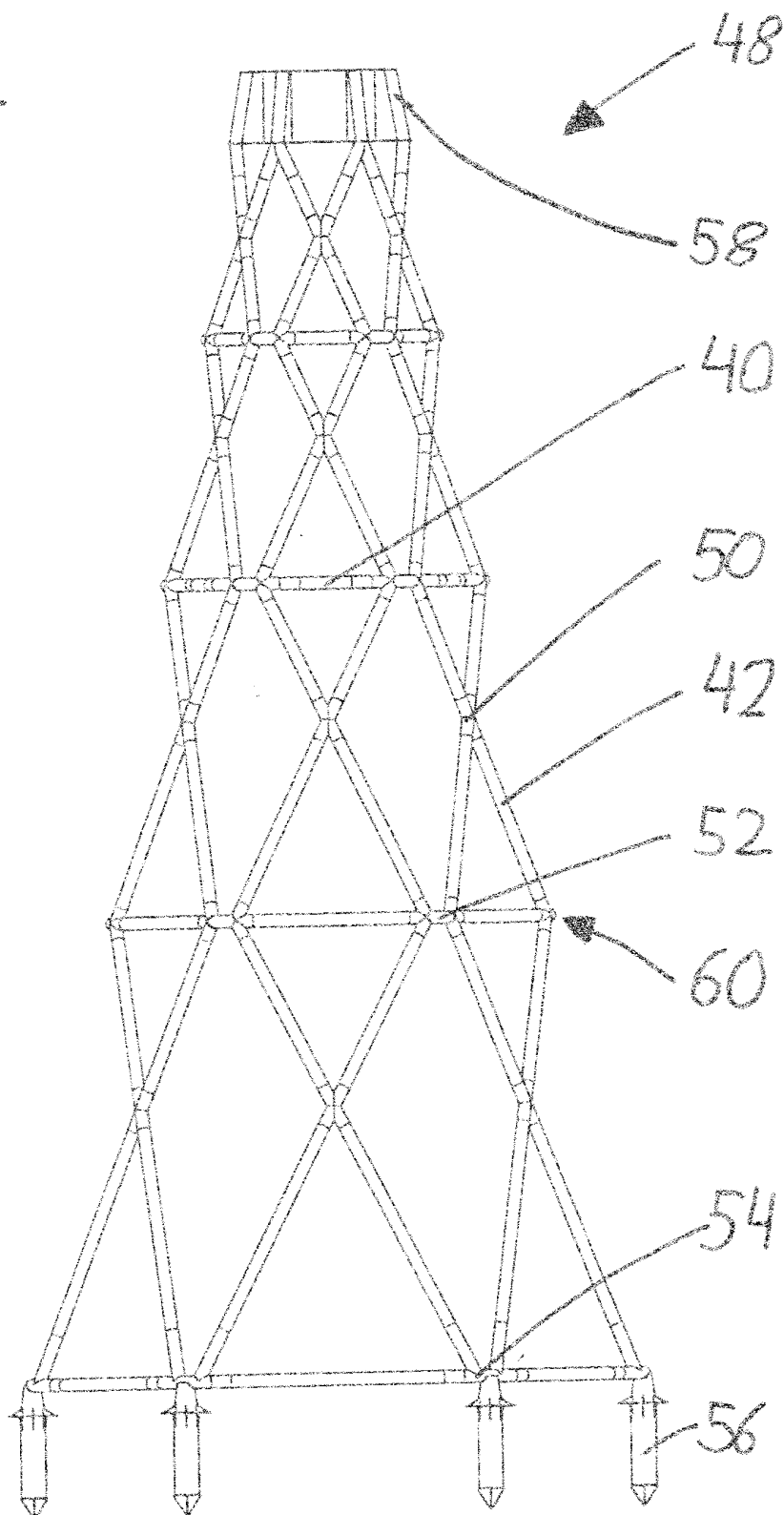
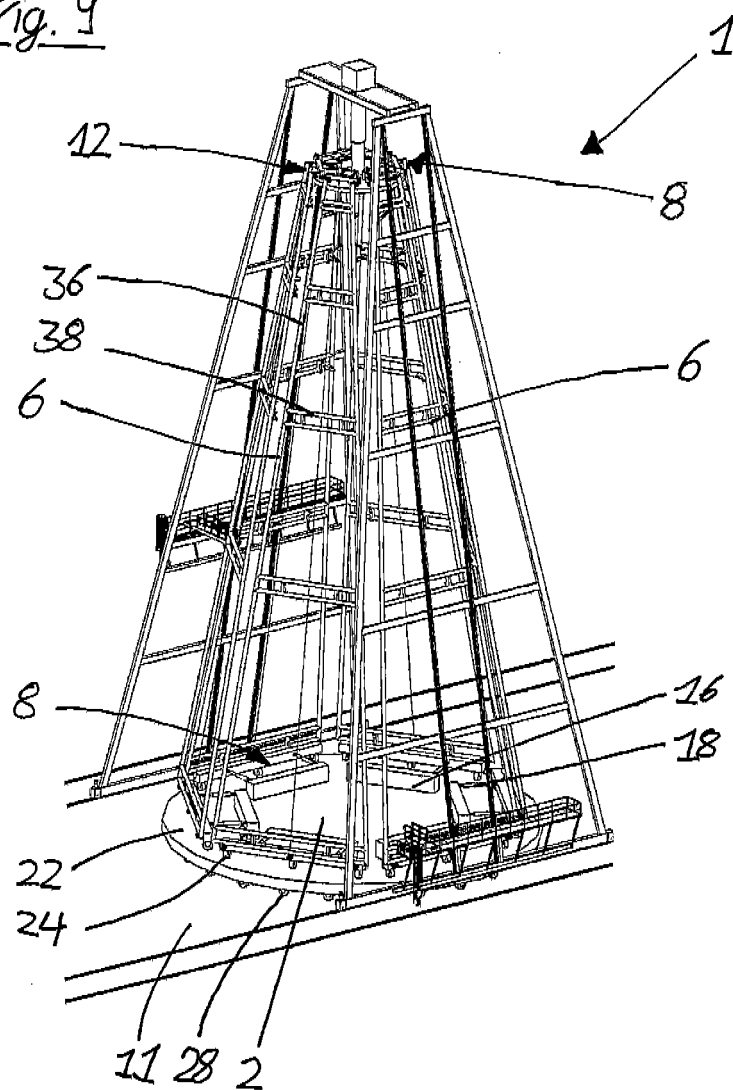


Fig. 9



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202011101599 U1 [0003]
- US 5536117 A [0004]