



(11)

EP 3 208 385 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.08.2017 Patentblatt 2017/34

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

(21) Anmeldenummer: **17154407.5**

(22) Anmeldetag: **02.02.2017**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Europoles GmbH & Co. KG**
92318 Neumarkt (DE)

(72) Erfinder:
• **Die Erfinder haben auf ihr Recht verzichtet, als solche bekannt gemacht zu werden.**

(74) Vertreter: **Dr. Gassner & Partner mbB**
Marie-Curie-Str. 1
91052 Erlangen (DE)

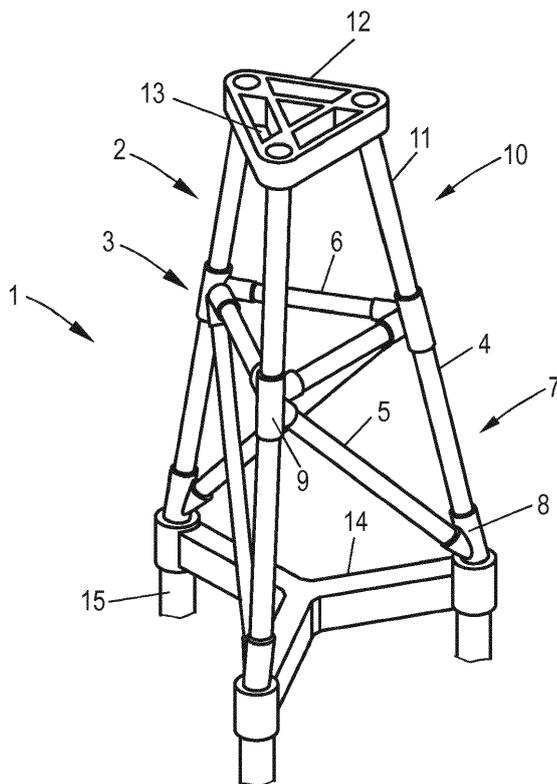
(30) Priorität: **18.02.2016 DE 102016102831**

(54) **TRAGWERK**

(57) Die Erfindung betrifft ein Tragwerk (1) mit an Knoten (3, 8, 9, 16, 21, 25) miteinander verbundenen Stahlrohren (2), die als Längsstäbe (4) und als zur Aussteifung dienende Diagonalstäbe (5) ausgebildet sind,

wobei zwischen zwei Längsstäben (4) jeweils lediglich ein die Längsstäbe (4) verbindender kreuzungsfreier Diagonalstab (5) angeordnet ist.

FIG. 1



EP 3 208 385 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Tragwerk mit an Knoten miteinander verbundenen Stahlrohren, die als Längsstäbe und als zur Aussteifung dienende Diagonalstäbe ausgebildet sind.

[0002] Der Begriff "Tragwerk" wird in dieser Anmeldung allgemein für ein räumliches Fachwerk benutzt. Tragwerke dieser Art werden beispielsweise als Fundament und Gründungsstruktur für Offshore-Windkraftanlagen eingesetzt und als sogenannte Jackets bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine fachwerkartige Konstruktion mit in den Meeresboden gerammten oder darauf befestigten Fundament-pfählen. Derzeit verfügbare Offshore-Windkraftanlagen weisen Nennleistungen von mehr als 5 MW sowie einen Rotordurchmesser in der Größenordnung von 150 m auf. Dementsprechend nimmt auch die Größe der als Fundament oder Gründung benötigten Tragwerke zu. Herkömmliche Tragwerke für Windenergieanlagen sind ähnlich wie Gittermasten aufgebaut und umfassen daher eine große Anzahl von Knoten, an denen die einzelnen Stäbe miteinander verbunden sind. Die Knotenstrukturen sind dabei komplex aufgebaut und weisen eine Vielzahl von Verschneidungen auf. Die Schweißverbindungen eines Knotens können nur schichtweise hergestellt werden, der sich daraus ergebende Stromverbrauch ist beträchtlich. Daneben muss jede einzelne Lage einer Schweißnaht aufwändig kontrolliert werden, beispielsweise durch ein Röntgenverfahren. Die Herstellung eines herkömmlichen Tragwerks für eine Windkraftanlage ist daher sowohl aufwändig als auch mit hohen Kosten verbunden.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Tragwerk anzugeben, das kostengünstiger herstellbar ist.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Tragwerk der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass zwischen zwei Längsstäben jeweils lediglich ein die Längsstäbe verbindender kreuzungsfreier Diagonalstab angeordnet ist.

[0005] Die Erfindung beruht auf der Idee, ein herkömmliches Tragwerk, das als Gründungsstruktur für eine Offshore-Windkraftanlage eingesetzt worden ist, durch ein modifiziertes Tragwerk zu ersetzen, das im Hinblick auf die Fertigung optimiert ist. Üblicherweise kommen bei Fachwerken vergleichsweise schlanke Streben zum Einsatz, wodurch sich eine Vielzahl von Knoten und Kreuzungspunkten ergibt, an denen mehrere Stäbe oder Streben miteinander verbunden sind. In Abkehr von dieser konventionellen Bauweise sieht die Erfindung hingegen ein Tragwerk mit einer verringerten Anzahl von Knoten und Streben vor, wodurch die Problematik der bislang erforderlichen aufwändigen dreidimensionalen Schweißarbeiten entfällt oder zumindest beträchtlich reduziert wird. Das Vorsehen einer verringerten Anzahl von Knoten bewirkt zwar eine Erhöhung der Masse, die allerdings durch Vorteile bei der Herstellung kompensiert wird.

[0006] Ein weiterer Unterschied zu herkömmlichen Tragwerken ist darin zu sehen, dass üblicherweise die Stäbe oder Streben lediglich auf Zug oder Druck belastet werden. Das erfindungsgemäße Tragwerk ist jedoch so konzipiert, dass zumindest einige Stäbe auch auf Biegung beansprucht werden, wodurch sich ein Tragwerk mit einem neuartigen Aufbau und einer andersartigen Funktionalität ergibt.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Tragwerk kann es vorgesehen sein, dass die Knoten als durch ein Schweißverfahren oder ein Gießverfahren vorgefertigte Komponenten ausgebildet sind. Demnach können die Knoten separat von den Stahlrohren hergestellt werden, so dass die vorgefertigten Komponenten an einem Montageort in Küstennähe miteinander verbunden werden, wodurch sich das erfindungsgemäße Tragwerk ergibt. Die Knoten können dabei unter anderem durch Schweißen hergestellt sein, allerdings zeichnen sich die für das erfindungsgemäße Tragwerk vorgesehenen Knoten durch einen einfachen Aufbau aus, bei dem dreidimensionale Verschneidungen vorzugsweise entfallen.

[0008] Gemäß einer ersten Ausgestaltung weisen die Knoten Flansche zum Verschrauben mit den Stahlrohren auf. Die vorzugsweise kreisförmigen Flansche sind in bekannter Weise mit Durchgangsöffnungen versehen, so dass die Flansche mit dazu passenden Flanschen der Stahlrohre verschraubt werden können. Die Flansche der Knoten und die Flansche der Stahlrohre bestehen vorzugsweise aus Stahl. Die Knoten können aus Stahlplatten oder Stahlblechen hergestellt sein, gegebenenfalls mit sich senkrecht zur Plattenebene erstreckenden Verstärkungen. Die Knoten können die Flansche zum Anschließen der Stahlrohre aufweisen. Eine derartige Bauweise der Knoten ist besonders einfach und hinsichtlich der Kosten und des Herstellungsaufwands optimal.

[0009] Gemäß einer zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Tragwerks können die Knoten Laschen zum Verschrauben mit den Stahlrohren aufweisen. Die Stahlrohre können dazu passende Laschen aufweisen, so dass entsprechende Laschenverbindungen gebildet werden können. Auf diese Weise können einschnittige, zweiseitige oder mehrschnittige durchbolzte Laschenverbindungen zur Kopplung der Stahlrohre und der Knoten vorgesehen sein. Die an den Knoten und die an den Stahlrohren vorgesehenen Laschen sind vorzugsweise aus Stahl hergestellt.

[0010] Eine ganz besonders bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Tragwerks sieht vor, dass die aus Stahl hergestellten Knoten eine Betonumhüllung aufweisen. Diese aus Beton bestehende Umhüllung schützt die aus Stahl hergestellten Komponenten vor Korrosion, so dass keine aufwändigen Korrosionsschutzmaßnahmen wie die Verwendung von Opferanoden erforderlich sind, wodurch ansonsten Metalle wie Zink oder Aluminium in die Umgebung freigesetzt werden.

[0011] Gemäß einer weiteren alternativen Ausgestaltung der Knoten des erfindungsgemäßen Tragwerks kann es vorgesehen sein, dass die Knoten aus Beton hergestellt sind und eine Bewehrung und/oder eine Spannbewehrung aufweisen. Ein Knoten kann z. B. als ein einstückiges, integrales Fertigteil hergestellt sein, alternativ kann ein Knoten

auch aus mehreren Fertigteilkomponenten zusammengesetzt sein, die gemeinsam den Knoten bilden. In an sich bekannter Weise kann ein aus Beton hergestellter Knoten aus Stahlbeton oder Spannbeton hergestellt sein.

[0012] Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, dass die aus Beton hergestellten Knoten aus Stahl hergestellte Anschlusselemente wie Flansche und/oder Laschen aufweisen.

5 **[0013]** Eine weitere Steigerung der Effizienz bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Tragwerks kann erzielt werden, wenn die in einer horizontalen Ebene angeordneten Knoten jeweils identisch sind. Dadurch wird die Anzahl der benötigten unterschiedlichen Komponenten beträchtlich reduziert, so dass weniger Formen und andere Vorrichtungen benötigt werden, die für die Herstellung erforderlich sind. Auf diese Weise ist es möglich, z.B. lediglich zwei unterschiedliche Arten von Knoten vorzusehen, die entweder für eine untere Ebene des Tragwerks oder für eine obere Ebene des Tragwerks vorgesehen sind, wobei sich die Diagonalstäbe von der unteren bis zur oberen Ebene erstrecken.

10 **[0014]** Bei dem erfindungsgemäßen Tragwerk können die Knoten durch zumindest näherungsweise horizontal angeordnete Horizontalstäbe miteinander verbunden sein. Die Horizontalstäbe verbinden somit alle Knoten, die sich in einer Ebene befinden.

15 **[0015]** Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Tragwerks sieht vor, dass es ein unteres, Längsstäbe und Diagonalstäbe aufweisendes Stockwerk und ein oberes, lediglich Längsstäbe aufweisendes Stockwerk aufweist. Ein derartiges Tragwerk umfasst somit zwei Stockwerke, von denen lediglich das untere die Diagonalstäbe zur Aussteifung aufweist. Die Längsstäbe sind so dimensioniert, dass sie die von der Windkraftanlage übertragenen Lasten an den Untergrund weiterleiten können. Im einfachsten Fall kann das erfindungsgemäße Tragwerk lediglich ein Stockwerk, nämlich das untere Stockwerk, aufweisen, das durch die Längsstäbe, die Diagonalstäbe und gegebenenfalls Horizontalstäbe gebildet ist.

20 **[0016]** Das erfindungsgemäße Tragwerk kann eine durch drei Längsstäbe gebildete dreieckige Grundform aufweisen. Die Längsstäbe erstrecken sich dabei ausgehend von drei die Ecken eines Dreiecks bildenden Punkten schräg nach oben.

25 **[0017]** Vorzugsweise ist es bei dem erfindungsgemäßen Tragwerk vorgesehen, dass es an seiner Unterseite eine sternförmige, auf Pfählen aufsetzbare oder aufgesetzte Aussteifung aufweist. Diese Aussteifung bildet einen Übergang zwischen in den Untergrund, insbesondere den Meeresboden, gerammte Pfähle und der Tragwerkstruktur. Diese sternförmige Aussteifung kann aus Stahl oder alternativ aus Beton hergestellt sein, vorzugsweise ist die Aussteifung hohl ausgebildet. Die Aussteifung kann beispielsweise einen rechteckigen, das heißt einen kastenförmigen Querschnitt aufweisen. Als Alternative zu der sternförmigen Aussteifung kann auch eine dreieckförmige Aussteifung vorgesehen sein.

30 **[0018]** Alternativ oder zusätzlich kann das erfindungsgemäße Tragwerk an seiner Oberseite ein dreieckiges Übergangselement aufweisen. Das Übergangselement bildet den oberen Abschluss des Tragwerks und dient als Basis für die Windkraftanlage, insbesondere für einen Mast der Windkraftanlage. Vorzugsweise weist das Übergangselement Ausnehmungen auf. Das Übergangselement kann analog wie die erwähnte unterseitige Aussteifung hohl ausgebildet und aus Stahl oder Beton hergestellt sein. Ein aus Beton hergestelltes Übergangselement kann eine Bewehrung und/oder eine Spannbewehrung aufweisen.

35 **[0019]** Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Tragwerks ist als Träger für eine Windkraftanlage ausgebildet, wobei die Längsstäbe auf Biegung und die Diagonalstäbe auf Zug oder Druck und/oder Biegung belastet sind.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Die Zeichnungen sind schematische Darstellungen und zeigen:

40

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Tragwerks;

Fig. 2 eine Seitenansicht des erfindungsgemäßen Tragwerks;

45 Fig. 3 eine Draufsicht des erfindungsgemäßen Tragwerks;

Fig. 4 eine Draufsicht einer Aussteifung;

Fig. 5 einen Schnitt entlang der Linie V - V von Fig. 4;

50

Fig. 6 einen Flansche aufweisenden Knoten;

Fig. 7 einen Schnitt durch den in Fig. 6 gezeigten Knoten entlang der Linie VII -VII;

55 Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel eines eine Betonumhüllung aufweisenden Knotens;

Fig. 9 und Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel eines Laschen aufweisenden Knotens;

- Fig. 11 ein Ausführungsbeispiel eines aus Beton hergestellten Knotens; und
 Fig. 12 und 13 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Knotens;
 5 Fig. 14 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Tragwerks; und
 Fig. 15 das in Fig. 14 gezeigte Tragwerk in einer perspektivischen Ansicht.

[0021] Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht und zeigt ein Tragwerk 1, das aus Stahlrohren 2 besteht, die an Knoten 3 miteinander verbunden sind. Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht des Tragwerks 1, Fig. 3 ist eine Ansicht des Tragwerks 1 von oben, Fig. 4 zeigt die Aussteifung 14 und Fig. 5 zeigt einen Schnitt entlang der Linie V - V von Fig. 4. Die Stahlrohre 2 umfassen sowohl Längsstäbe 4 als auch Diagonalstäbe 5 und Horizontalstäbe 6. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Tragwerk 1 eine dreieckige Grundform auf, die durch drei identische Längsstäbe 4 gebildet wird. In Fig. 1 erkennt man, dass zwischen zwei Längsstäben jeweils lediglich ein die Längsstäbe 4 verbindender kreuzungsfreier Diagonalstab 5 angeordnet ist. Dementsprechend umfasst das Tragwerk 1 drei in einer Ebene angeordnete Längsstäbe 4 sowie drei Diagonalstäbe 5 und drei Horizontalstäbe 6. Diese Stäbe bilden ein unteres Stockwerk 7 des Tragwerks 1. Die Diagonalstäbe 5 sind so angeordnet, dass sie sich von einem unteren Knoten 8 am Fuß eines Längsstabs 4 bis zu einem oberen Knoten 9 eines benachbarten Längsstabs 4 erstrecken. Alle drei Diagonalstäbe 5 sind gleichartig angeordnet, das heißt sie erstrecken sich in der Ansicht von Fig. 1 jeweils vom unteren Knoten im Gegenuhrzeigersinn zum oberen Knoten. Diese Anordnung ist lediglich als Beispiel zu verstehen. Alternativ können sich von einem unteren oder oberen Knoten auch zwei Diagonalstäbe erstrecken, wobei die Anordnung des dritten Diagonalstabs beliebig ist.

[0022] Das Tragwerk 1 umfasst die drei dargestellten unteren Knoten 8, die jeweils identisch sind. Daneben umfasst das Tragwerk 1 die drei oberen Knoten 9. Die unteren Knoten 8 und die oberen Knoten 9 unterscheiden sich voneinander, wobei alle oberen Knoten 9 und alle unteren Knoten 8 jeweils identisch sind. Dementsprechend ist für die Herstellung des Tragwerks 1 lediglich eine minimale Anzahl von Knoten erforderlich. Über dem unteren Stockwerk 7 befindet sich ein oberes Stockwerk 10, das aus drei Längsstäben 11 gebildet ist. An deren oberen Ende befindet sich ein Übergangselement 12, das eine dreieckige Grundform aufweist. Das Übergangselement 12 ist als Betonbauteil ausgebildet und weist eine innenliegende Bewehrung (nicht sichtbar) sowie mehrere Ausnehmungen 13 auf. Im montierten Zustand nimmt das Übergangselement 12 einen Mast einer Windkraftanlage auf.

[0023] Die unteren Knoten 8 sind auf eine sternförmig ausgebildete Aussteifung 14 gesetzt und daran befestigt. Die Aussteifung 14 ist auf drei vertikal angeordnete Pfähle 15 aufgesetzt, von denen lediglich ihr oberes Ende gezeigt ist und die auf dem Meeresboden befestigt oder in den Meeresboden gerammt sind.

[0024] Das Tragwerk 1 ist so ausgebildet, dass zwischen zwei benachbarten Längsstäben 4, von denen drei Stück das untere Stockwerk 7 bilden, lediglich jeweils ein die Längsstäbe 4 verbindender kreuzungsfrei angeordneter Diagonalstab 5 angeordnet ist. Auf diese Weise ergibt sich lediglich ein Diagonalstäbe 5 aufweisendes Stockwerk 7, wodurch die Anzahl der benötigten Komponenten, die Anzahl der unterschiedlichen Komponenten und die Anzahl der Knoten 3 minimiert werden kann.

[0025] Die Längsstäbe 4, 11, die Diagonalstäbe 5 und die Horizontalstäbe 6 sind als Stahlrohre ausgebildet, die mit den standardisierten, vorgefertigten Knoten 3, 8, 9 verbunden werden, wobei alle unteren Knoten 8 jeweils identisch sind. Davon unterscheiden sich die oberen Knoten 9, die jedoch auch jeweils identisch sind.

[0026] Fig. 6 zeigt einen oberen Knoten 16, der aus Stahlblech (Stahlplatten) hergestellt ist und mehrere ringförmige Flansche 17 aufweist, mittels denen der Knoten 16 mit den Längsstäben 4, 11, den Horizontalstäben 6 und einem einzigen Diagonalstab 5 verbunden sind. Die genannten Stäbe weisen jeweils einen dazu passenden Flansch 18 auf, so dass der Knoten 16 und die erwähnten Stäbe durch Bolzen mittels der Flansche 17, 18 verbunden werden können. Ergänzend zeigt Fig. 7, die eine entlang der Linie VII - VII geschnittene Ansicht des Knotens 16 darstellt, dass das den Knoten bildende Blech auf beiden Seiten als Verstärkung wirkende Längsträger 19 aufweist.

[0027] Fig. 8 zeigt eine optionale Weiterbildung des Knotens 16, der eine aus Beton hergestellte Umhüllung 20 aufweist, wodurch ein Korrosionsschutz gewährleistet wird.

[0028] Die Fig. 9 und 10 zeigen einen Knoten 21 mit einem Knotenblech 22, an dem zwei parallele Laschen 23 und senkrecht dazu zwei weitere parallele Laschen 24 angeordnet sind. Die Laschen 23 und 24 dienen zur Befestigung von Längsstäben 4, 11 sowie eines Horizontalstabs 6. Die Längsstäbe 4, 11 und der Horizontalstab 6 weisen jeweils parallele Laschen 38, 39, 40 auf, deren Form und Größe an die Laschen 23, 24 des Knotenblechs 22 angepasst ist, so dass die Längsstäbe 4, 11 und der Horizontalstab 6 mit den Laschen 23, 24 des Knotenblechs 22 verbolzt werden können. Fig. 10 zeigt eine geschnittene, gedrehte Ansicht des Knoten 21. Der Knoten 21 ist in der Fig. 9 und 10 lediglich schematisch dargestellt, um beispielhaft eine Laschenverbindung zu erläutern. An dem Knoten 21 können insgesamt fünf Stäbe angeschlossen werden, nämlich zwei Längsstäbe, ein Diagonalstab sowie zwei Horizontalstäbe, allerdings sind die Fig. 9 und 10 vereinfachte Zeichnungen, in denen nicht alle Laschen dargestellt sind. Der Knoten 21 kann optional mit Beton umhüllt werden.

[0029] Fig. 11 ist eine geschnittene Ansicht und zeigt einen Knoten 25, der als Betonfertigteil ausgebildet ist. Der Knoten 25 ist mit einer Bewehrung versehen, die entweder als schlaaffe Bewehrung oder als vorgespannte Bewehrung ausgebildet sein kann. Die Verbindung des Betonfertigteils mit den Längsstäben 4, 11, den Horizontalstäben 6 und dem einzigen Diagonalstab 5 erfolgt über lediglich schematisch dargestellte Flansche 27, wobei Schrauben als Verbindungsmittel eingesetzt werden. Alternativ können auch Schweißverbindungen vorgesehen sein. Alle Verbindungsmittel können optional durch eine Betonumhüllung geschützt sein.

[0030] Durch die geringe Anzahl der Knoten und die geringe Anzahl der unterschiedlichen benötigten Bauteile kann das Tragwerk 1 vergleichsweise einfach und kostengünstig hergestellt werden. Dazu werden die Stahlrohre (Längsstäbe 4, Diagonalstäbe 5, Horizontalstäbe 6) vorgefertigt, ebenso wie die Knoten, die entweder aus Stahl oder aus Beton teilweise oder ganz vorgefertigt werden. An einem Montageort in Küstennähe wird das Tragwerk 1 vormontiert und in diesem vormontierten Zustand an die vorgesehene Position im Meer geschleppt, auf die Pfähle aufgesetzt und daran befestigt.

[0031] Die Fig. 12 und 13 zeigen ein Ausführungsbeispiel eines Knotens 26, der ähnlich wie der in Fig. 6 gezeigte Knoten 16 ausgebildet ist. Der Knoten 26 ist ein oberer Knoten, der zwei sich horizontal erstreckende Flansche 27, 28 sowie einen sich schräg nach unten erstreckenden Flansch 29 aufweist. Die beiden horizontalen Flansche 27, 28 dienen zum Befestigen von Horizontalstäben, der Flansch 29 dient zum Befestigen eines Diagonalstabs. Der Knoten 26 umfasst ein aus einem Plattenmaterial hergestelltes Knotenblech 30, das neben den Flanschen 27, 29 einen oberen Flansch 31 zum Befestigen eines Längsstabs eines oberen Stockwerks sowie einen unteren Flansch 32 zum Befestigen eines Längsstabs eines unteren Stockwerks aufweist. In Fig. 12 erkennt man, dass das Knotenblech 30 sowohl die Flansche 27, 29 als auch die Flansche 31, 32 aufweist. Der Flansch 28 ist hingegen über ein weiteres Knotenblech 33 mit dem Knotenblech 30 verbunden. Die beiden Knotenbleche 30, 33 schließen einen schiefen Winkel ein. Der Knoten 26 umfasst weitere Aussteifungsrippen im Bereich der Flansche sowie im Bereich der Befestigung zwischen den Knotenblechen 30, 33, die aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Fig. 12 und 13 nicht dargestellt sind. Der Knoten 26 ist als Schweißkonstruktion hergestellt, das heißt die beiden Knotenbleche 30, 33 untereinander sowie die Flansche 27, 28, 29, 31, 32 sind mit dem jeweiligen Knotenblech über Schweißnähte verbunden.

[0032] Die Fig. 14 und 15 zeigen ein Tragwerk 34, das ähnlich wie das in den Fig. 1 und 2 gezeigte Tragwerk 1 aufgebaut ist. Das Tragwerk 34 umfasst ein oberes Stockwerk 10 mit Längsstäben 11, die an einem Übergangselement 35 angebracht sind. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Übergangselement als massives dreieckiges Bauteil ausgebildet. Die unteren Enden der Längsstäbe 11 sind jeweils an einem Knoten 26 befestigt, an dem auch die ein Dreieck bildenden Horizontalstäbe 6 angebracht sind. Von jedem Knoten 26 erstreckt sich ein Diagonalstab 5 sowie ein Längsstab 4. Die Diagonalstäbe 5 und die Längsstäbe 4 sind an unteren Knoten 36 befestigt, die analog zu den oberen Knoten 26 aus Plattenmaterial hergestellt sind. Die unteren Knoten 36 sind an der sternförmig ausgebildeten Aussteifung 14 befestigt.

Patentansprüche

1. Tragwerk (1) mit an Knoten (3, 8, 9, 16, 21, 25) miteinander verbundenen Stahlrohren (2), die als Längsstäbe (4) und als zur Aussteifung dienende Diagonalstäbe (5) ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen zwei Längsstäben (4) jeweils lediglich ein die Längsstäbe (4) verbindender kreuzungsfreier Diagonalstab (5) angeordnet ist.
2. Tragwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knoten (3, 8, 9, 16, 21, 25) als durch ein Schweißverfahren oder ein Gießverfahren vorgefertigte Komponenten ausgebildet sind.
3. Tragwerk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knoten (16) Flansche (17) zum Verschrauben mit den Stahlrohren (2) aufweisen.
4. Tragwerk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knoten (21) Laschen (23) zum Verschrauben mit den Stahlrohren (2) aufweisen.
5. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knoten (16) aus Stahl hergestellt sind und eine aus Beton hergestellte Umhüllung (20) aufweisen.
6. Tragwerk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knoten (25) aus Beton hergestellt sind und eine Bewehrung und/oder eine Spannbewehrung aufweisen.
7. Tragwerk nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus Beton hergestellten Knoten (25) aus Stahl

EP 3 208 385 A1

hergestellte Anschlusselemente wie Flansche (27) und/oder Laschen aufweisen.

5 8. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in einer horizontalen Ebene angeordneten Knoten (3, 8, 9, 16, 21, 25) jeweils identisch sind.

9. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knoten (3, 8, 9, 16, 21, 25) durch zumindest näherungsweise horizontal angeordnete Horizontalstäbe (6) miteinander verbunden sind.

10 10. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein unteres, Längsstäbe (4) und Diagonalstäbe (5) aufweisendes Stockwerk (7) und ein oberes, lediglich Längsstäbe (11) aufweisendes Stockwerk (10) aufweist.

11 11. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine durch drei Längsstäbe (4, 11) gebildete dreieckige Grundform aufweist.

12 12. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an seiner Unterseite eine sternförmige, auf Pfählen (15) aufsetzbare oder aufgesetzte Aussteifung (14) und/oder an seiner Oberseite ein dreieckiges, Ausnehmungen (13) aufweisendes Übergangselement (12) aufweist.

13 13. Tragwerk nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es als Träger für eine Windkraftanlage ausgebildet ist und die Längsstäbe (4, 11) auf Biegung und die Diagonalstäbe (5) auf Zug oder Druck und/oder Biegung belastet sind.

FIG. 1

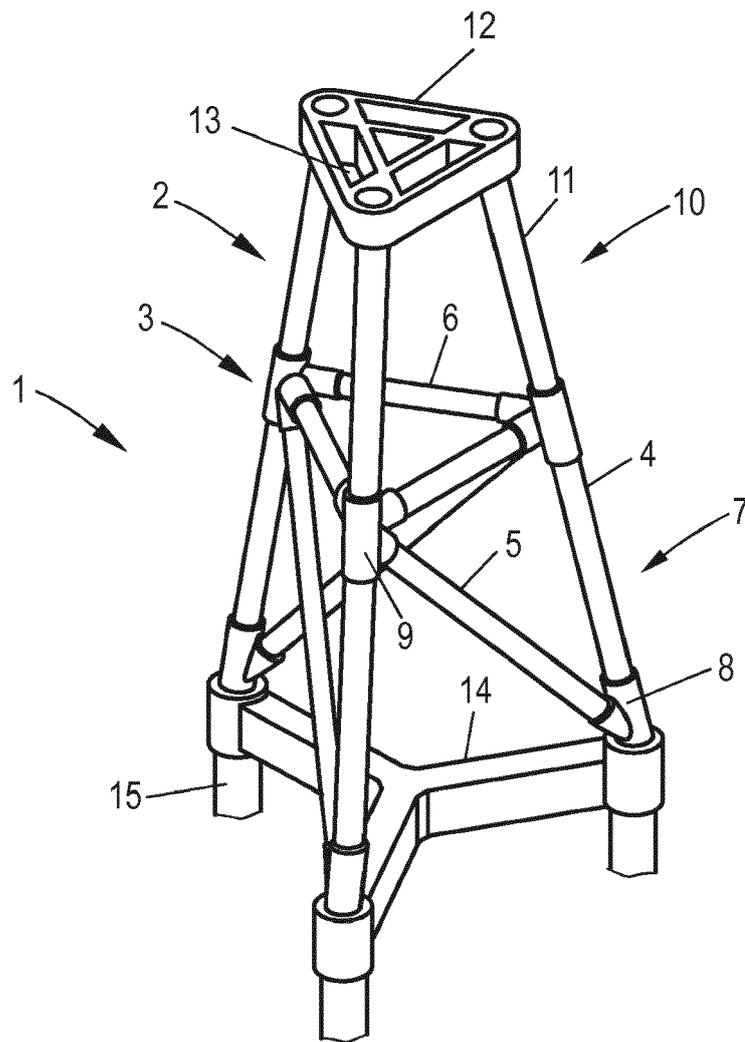


FIG. 2

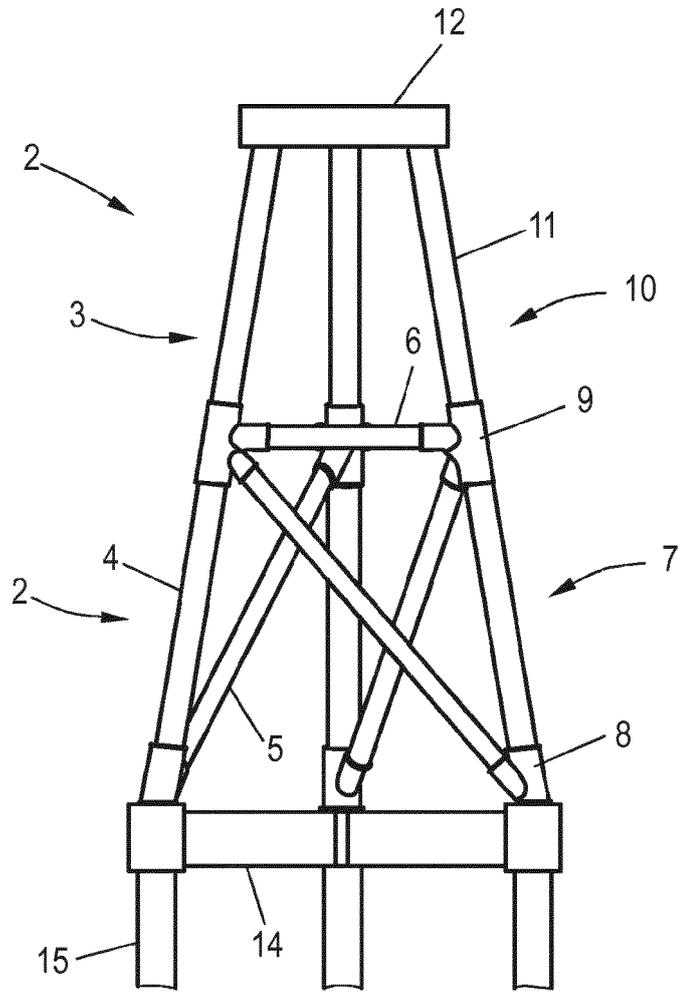


FIG. 3

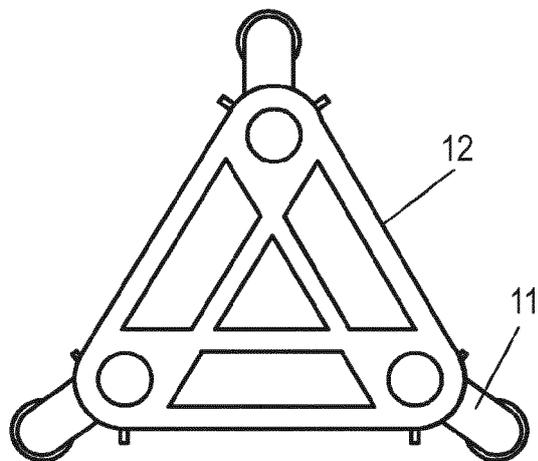


FIG. 4

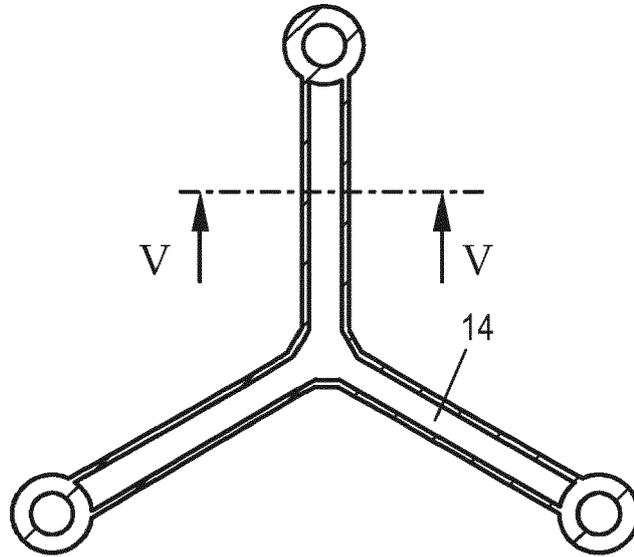


FIG. 5

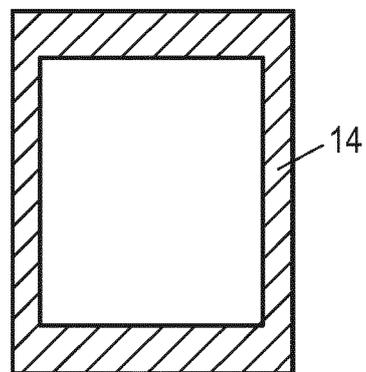


FIG. 6

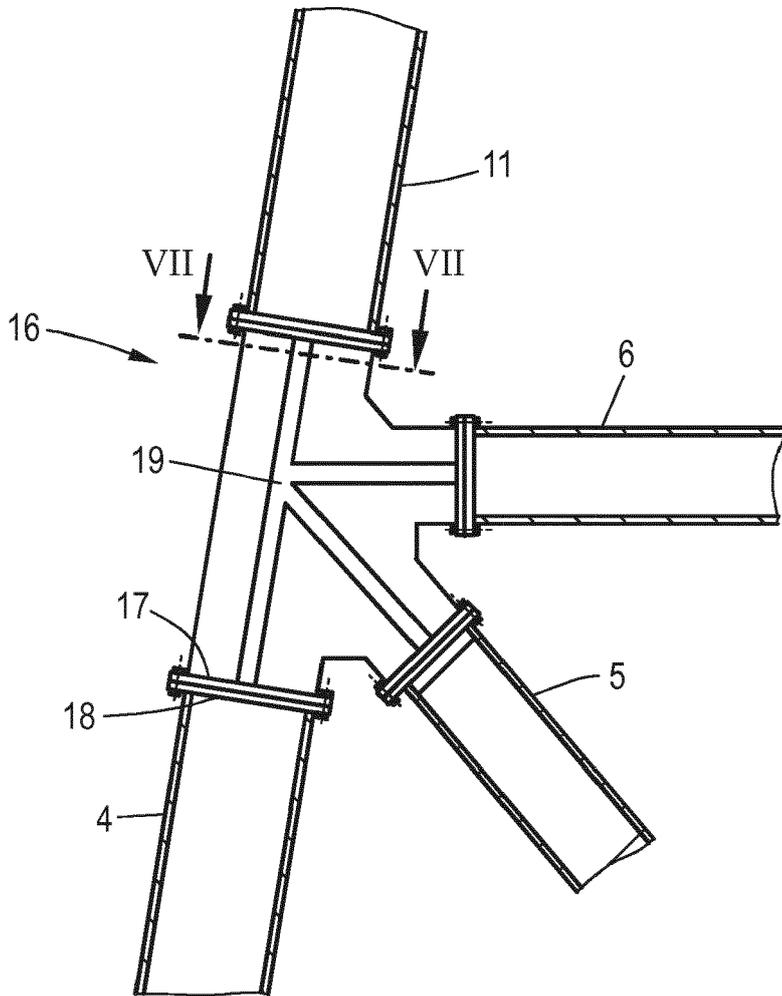


FIG. 7

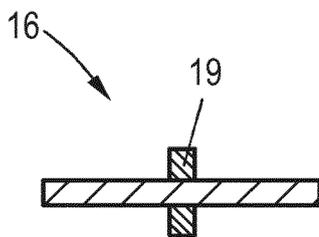


FIG. 8

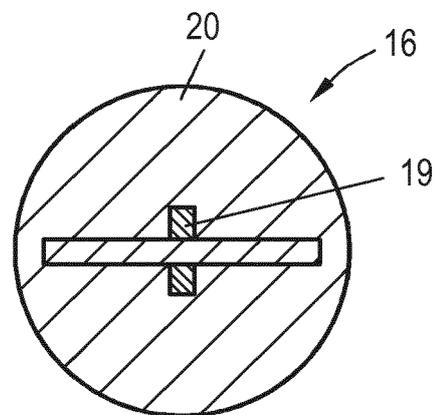


FIG. 9

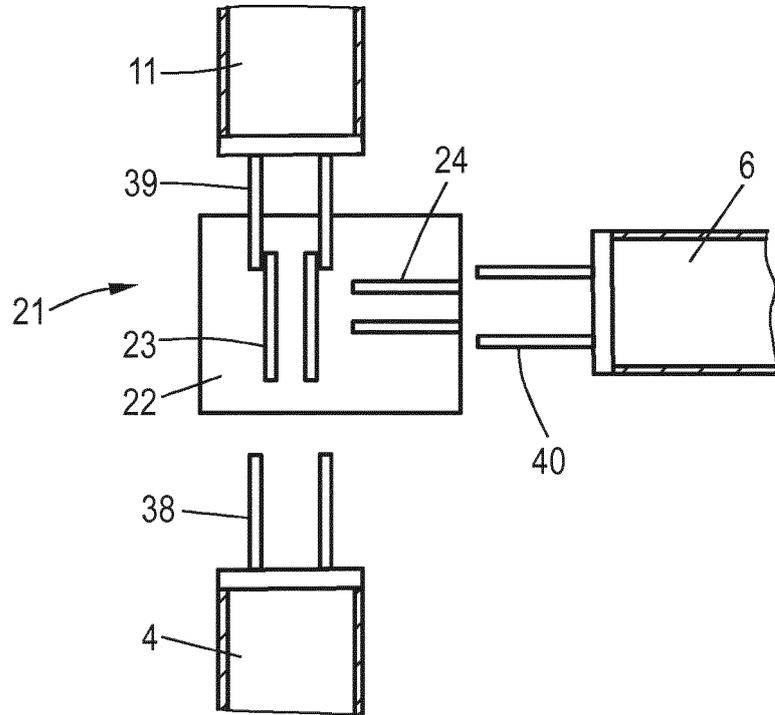


FIG. 10

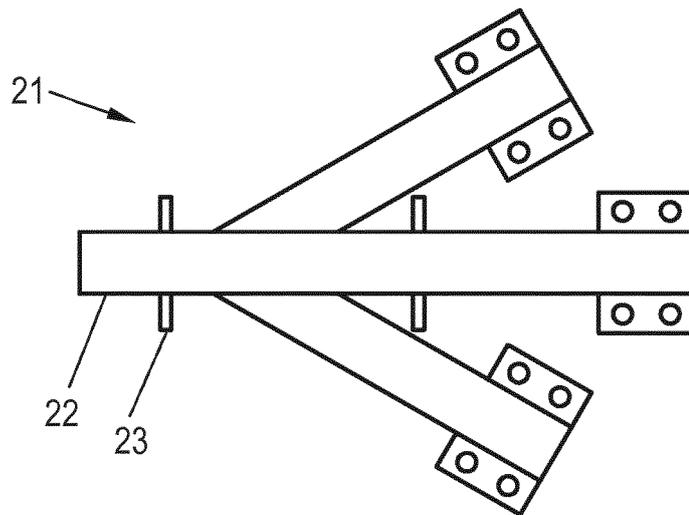


FIG. 11

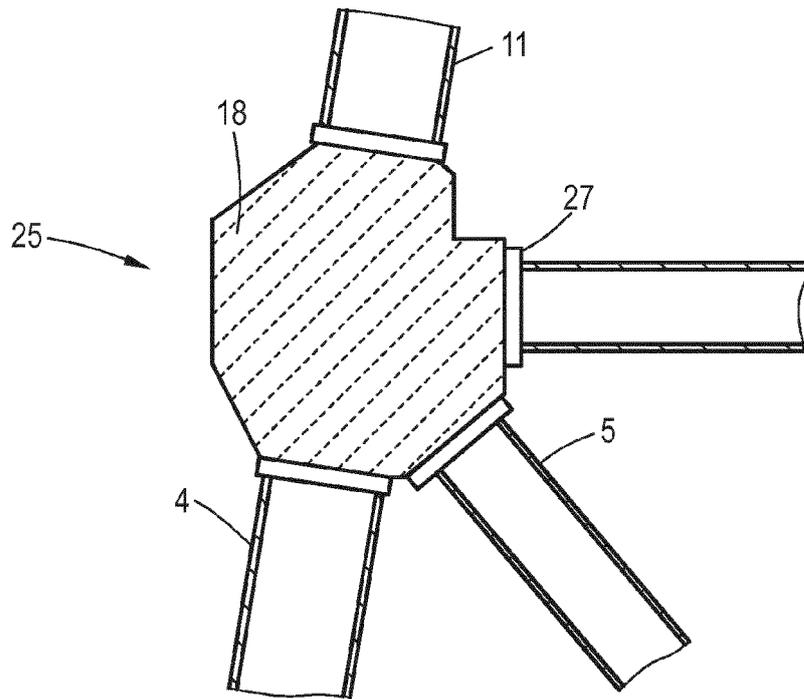


FIG. 12

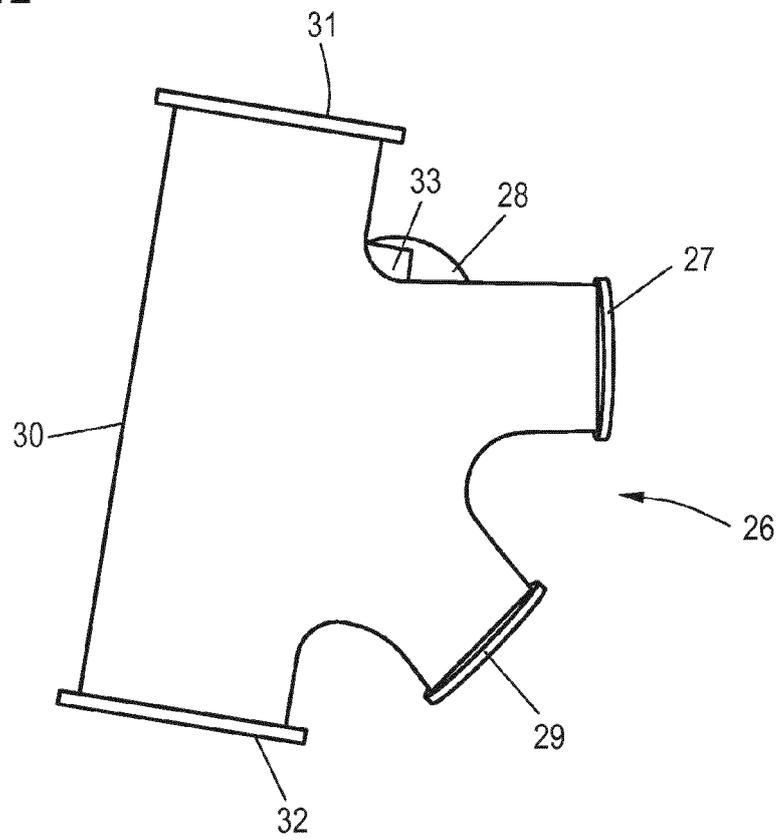


FIG. 13

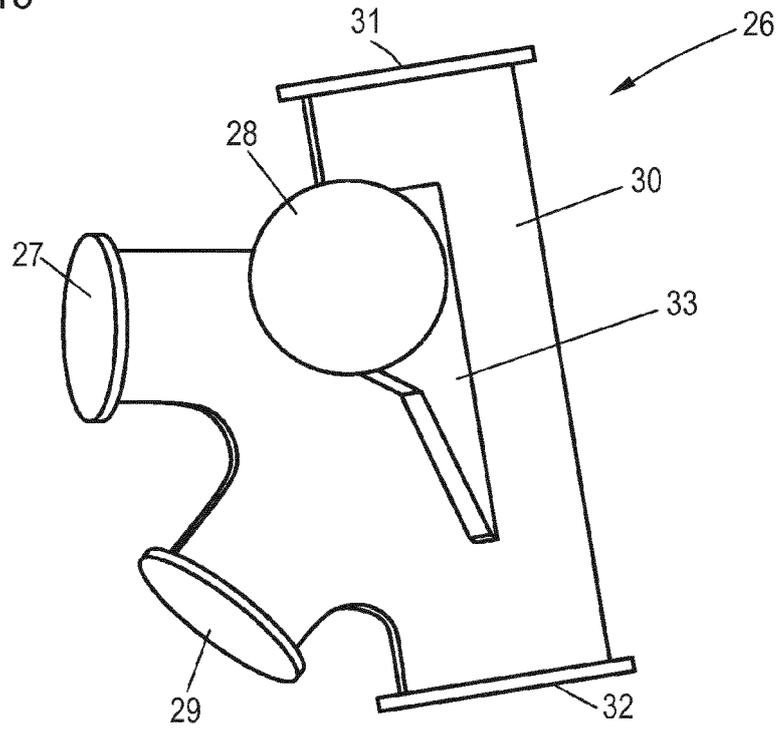
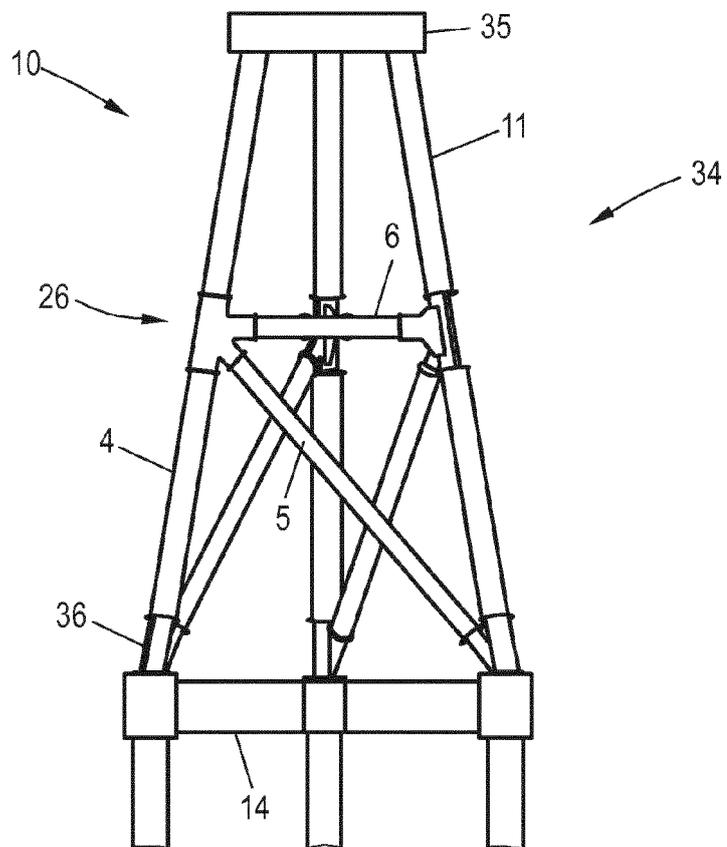


FIG. 14





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 15 4407

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 492 270 A (HORTON EDWARD E [US]) 8. Januar 1985 (1985-01-08)	1,2,8,9,13	INV. E02D27/52 E02B17/00
Y	* Spalte 7, Zeile 21 - Spalte 9, Zeile 24; Abbildung 6 *	3-7, 10-12	
Y	EP 2 511 423 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17. Oktober 2012 (2012-10-17) * das ganze Dokument *	3-7, 10-12	
A	JP H10 100129 A (KAWADEN CO LTD) 21. April 1998 (1998-04-21) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D E02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Juni 2017	Prüfer Friedrich, Albert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 15 4407

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-06-2017

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4492270 A	08-01-1985	KEINE	

EP 2511423 A1	17-10-2012	CN 102733637 A	17-10-2012
		DK 2511423 T3	06-06-2017
		EP 2511423 A1	17-10-2012
		US 2012263545 A1	18-10-2012

JP H10100129 A	21-04-1998	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82