

(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
16. Mai 2013 (16.05.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/068403 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
E02D 27/42 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/072035

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. November 2012 (07.11.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 085 947.0
8. November 2011 (08.11.2011) DE

(71) Anmelder: **WOBEN PROPERTIES GMBH** [DE/DE];
Dreerkamp 5, 26605 Aurich (DE).

(72) Erfinder: **COORDES, Thomas**; Loogstraße 9, 26632
Ihlow (DE).

(74) Anwälte: **EISENFÜHR SPEISER & PARTNER** et al.;
SCHÖLING, Ingo, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FOUNDATION FOR A WIND TURBINE

(54) Bezeichnung : FUNDAMENT EINER WINDENERGIEANLAGE

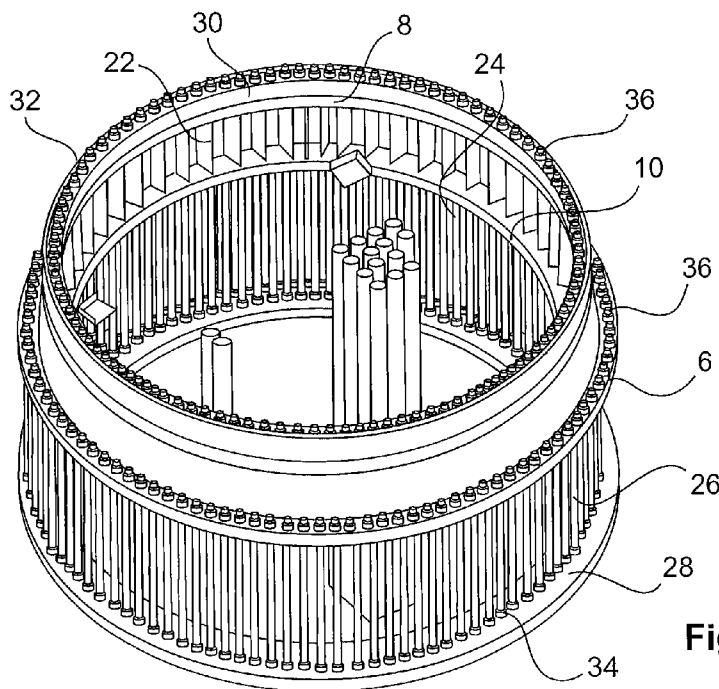


Fig. 4

(57) Abstract: The invention relates to a tower
base section (1) for arrangement and fixation on
a foundation (18) and for erecting a tower for a
wind turbine (100) thereon, comprising an
exterior lower annular flange (6) for placement
on the foundation (18) and for fixation to the
foundation (8), an inner, upper annular flange
(8) for placement and fixation of a tower
segment (32) with a corresponding lower tower
flange (30) thereon, an inner, lower support
flange (10) for placement on the foundation
(18), and inner support elements (22), in
particular support braces (22) for supporting the
upper annular flange (8) on the lower support
flange (10).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft
eine Turmfußsektion (1) zum Anordnen und
Befestigen auf einem Fundament (18) und zum
Errichten eines Turms einer Windenergieanlage
(100) darauf, umfassend einen äußeren, unteren
Ringflansch (6) zum Aufsetzen auf dem
Fundament (18) und Befestigen an dem
Fundament 8), einen inneren, oberen
Ringflansch (8) zum Aufsetzen und Befestigen
eines Turmsegmentes (32) mit
korrespondierendem unterem Turmflansch (30)

darauf, einen inneren, unteren Stützflansch (10) zum Aufsetzen auf dem Fundament (18) und innere Stützelemente (22),
insbesondere Stützstreben (22) zum Abstützen des oberen Ringflansches (8) gegen den unteren Stützflansch (10).

WO 2013/068403 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls
Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Turmfußsektion einer Windenergieanlage

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Turmfußsektion zum Errichten einer Windenergieanlage darauf. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Turmfußanordnung mit einer Turmfußsektion. Die vorliegende Erfindung betrifft auch einen Turm einer Windenergieanlage sowie ein Verfahren zum Errichten eines Turms einer Windenergieanlage.

5 Windenergieanlagen sind allgemein bekannt und werden häufig auf einem Turm errichtet, wie dies auch bei der in Fig. 1 gezeigten Windenergieanlage der Fall ist. Ein solcher Turm einer Windenergieanlage, nämlich ein Windenergieanlagenturm, wird dazu auf einem geeigneten Fundament errichtet. Hierbei ist auch für eine senkrechte Ausrichtung bzw. Nivellierung des Turms zu sorgen.

10 Es ist bekannt, zur Vorbereitung der Errichtung eines Windenergieanlagenturms eine Turmfußsektion zum Teil in dem Fundament mit einzubetonieren, um darauf den weiteren Turm zu errichten. Eine solche Turmfußsektion ist als Zylindermantel oder Kegelstumpfmantel mit einem oberen umlaufenden Ringflansch ausgebildet und wird so einbetoniert, dass dieser obere Ringflansch außerhalb des Betonfundamentes bleibt, um darauf den
15 Turm, insbesondere einen Stahlturm, zu errichten. Dabei kann diese Turmfußsektion von einer Haltevorrichtung in ausgerichteter bzw. ausnivellierter Position gehalten werden, während das Betonfundament gegossen wird. Sobald der Beton ausgehärtet ist, kann eine solche Turmfußsektion von der Haltevorrichtung gelöst werden. Ein solches Verfahren ist aber insbesondere für kleinere Türme vorgesehen und macht gegebenenfalls eine
20 spätere Nachnivellierung auf seinem oberen Ringflansch erforderlich. Ungünstig hierbei ist auch, dass diese Turmfußsektion beim Gießen und Aushärten des Betons von der Haltevorrichtung gehalten werden muss. Auch kann diese Art der Turmfußsektion für die Errichtung und damit Verankerung sehr großer Windenergieanlagentürme problematisch sein.

25 Eine andere Methode ist, einen Fundamentkorb mit einem unteren, kreisförmigen Segmentanker und einer Vielzahl senkrechter, kreisförmig angeordneter Verbindungsstangen einzubetonieren, wobei die Verbindungsstangen von dem unten liegenden Segmentanker, mit dem sie verbunden sind, durch den Beton und an der Oberfläche des Betons nach oben herausragt und dort die Oberfläche des Betons bzw. Fundamentes einen
30 kreisförmigen Befestigungsbereich bildet und dabei mit einem umlaufenden Nivellerring

versehen sind. Dieser Nivellerring kann nach dem Aushärten des Betons angeordnet und ausnivelliert werden, um darauf ein erstes Turmsegment ausgerichtet anzuordnen und zu befestigen. Hierbei ragen die Verbindungsstangen mit Gewindeabschnitten durch entsprechende Bohrungen eines unteren Flansches des unteren Turmsegmentes und können dort zur Befestigung mit Muttern versehen werden.

Problematisch hierbei ist, dass beim Gießen des Betons die Verbindungsstangen im Bereich der herzustellenden Betonoberfläche bzw. Fundamentoberfläche mit einer Schablone ausgerichtet werden müssen, damit sie nach dem Aushärten des Betons korrekt angeordnet sind und sich problemlos durch die vielen Bohrungen des anzuordnenden Nivellerrings und des Flansches des anzuordnenden unteren Turmsegmentes erstrecken können. Ein solches Verfahren ist somit aufwändig, weil zunächst eine solche Schablone anzuordnen ist und nach dem Aushärten des Betons gegen den Nivellerring getauscht werden muss. Hierfür ist die Mutter jeder Verbindungsstange zu lösen, um die Schablone entfernen zu können, und dann wieder nach Aufsetzen des Nivellerrings und des unteren Turmsegmentes anzubringen. Eine Anordnung mit einem Nivellerring ist der deutschen Patentanmeldung DE 10 2004 017 006 A1 zu entnehmen.

Problematisch bei dieser Verwendung eines Fundamentkorbes mit unterem Segmentanker und Nivellierung ist zudem, dass bei falschem oder unpräzisem Aufbau des Fundamentkorbes schief stehende Verbindungsstangen, die auch als Bolzen bezeichnet werden können, resultieren können. Das kann problematisch bei der weiteren Verbindung des Nivellerrings und das aufzusetzenden ersten Turmsegmentes sein. Eine Ursache kann in einer fehlerhaften Verwendung einer oberen Schablone zum Ausrichten der Bolzen liegen.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, zumindest eines der oben genannten Probleme zu adressieren. Insbesondere soll eine Lösung zum Verbessern einer Turmfußgründung eines Windenergieanlagenturms vorgeschlagen werden. Zusätzlich oder alternativ soll Aufbau und Anordnung eines Fundamentkorbes vereinfacht und/oder weniger fehleranfällig werden. Zumindest soll eine alternative Lösung vorgeschlagen werden.

Erfindungsgemäß wird eine Turmfußsektion nach Anspruch 1 vorgeschlagen. Eine solche Turmfußsektion ist vorbereitet zum Anordnen und Befestigen auf einem Fundament und zum Errichten eines Turms einer Windenergieanlage darauf. Die Turmfußsektion umfasst einen äußeren, unteren Ringflansch zum Aufsetzen auf dem Fundament und zum Befestigen an dem Fundament. Weiterhin ist ein innerer, oberer Ringflansch zum Aufsetzen

und Befestigen eines Turmsegmentes mit korrespondierendem unterem Turmflansch darauf vorgesehen. Insbesondere entspricht dieser innere, obere Ringflansch (worauf nachfolgend vereinfachend auch als oberer Ringflansch Bezug genommen wird) im Wesentlichen einem korrespondierenden unteren Turmflansch in Größe und Art und Anzahl von Bohrungen zum Durchführen von Befestigungsbolzen.

Die Turmfußsektion weist zudem einen inneren, unteren Stützflansch zum Aufsetzen auf dem Fundament auf, wobei auch dieser innere, untere Stützflansch als Ringflansch ausgebildet ist und insbesondere zur besseren Übersichtlichkeit als Stützflansch bezeichnet wird. Insbesondere ist der äußere, untere Ringflansch und der innere, untere Stützflansch benachbart zueinander angeordnet und weisen eine gemeinsame, kreisringförmige Oberfläche auf, die auf dem Fundament bzw. auf einer Nivellierschicht auf dem Fundament anzuordnen und aufzusetzen sind. Dabei ist unter dem Aufsetzen auf dem Fundament zu verstehen, dass die Turmfußsektion insbesondere im fertig angeordneten Zustand auf dem Fundament sitzt. Das Aufsetzen auf dem Fundament ist nicht so eng zu verstehen, dass erst ein Anordnen und Aufsetzen der Turmfußsektion nach vollständiger Erstellung des Fundaments auf demselben erfolgt. Vielmehr wird später im Detail beschrieben, wie die Turmfußsektion vorzugsweise auf dem Fundament ihre Position erhält.

Weiterhin sind innere Stützelemente, insbesondere Stützstreben zum Abstützen des oberen Ringflansches gegen den unteren Stützflansch vorgesehen. Diese Stützelemente sind somit zwischen dem oberen Ringflansch und dem unteren Stützflansch angeordnet und dazu vorbereitet, eine Kraft, die auf den oberen Ringflansch wirkt, insbesondere durch den darauf lastenden Turm, zumindest teilweise auf den unteren Stützflansch und damit im Ergebnis auf das Fundament zu übertragen. Außerdem bzw. alternativ sind diese Stützelemente dazu vorgesehen und geeignet, eine Verspannkraft durch entsprechende Befestigungselemente aufzunehmen, die zwischen dem inneren oberen Ringflansch und dem unteren Stützflansch wirken können, wenn diese direkt oder indirekt gegeneinander verspannt werden.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Turmfußsektion gekennzeichnet durch einen ringförmigen Mantelabschnitt, der den unteren Ringflansch und den unteren Stützflansch mit dem oberen Ringflansch verbindet. Insbesondere definiert der Mantelabschnitt einen äußeren Bereich und einen inneren Bereich. Der äußere und der innere Bereich entsprechen im Grunde einem äußeren bzw. inneren Turmbereich des zu errichtenden Windenergieanlagenturms. Der untere äußere Ringflansch ist dabei im äußeren Bereich angeordnet und somit auch von außerhalb des zu errichtenden Turms sichtbar und zugänglich. Hingegen sind der obere Ringflansch, der untere Stützflansch und die Stütz-

elemente im inneren Bereich, also nach Errichtung eines Windenergieanlagenturms im Inneren des Turms angeordnet. Vorzugsweise weist die Höhe des Mantelabschnitts 0,2 m bis 2 m auf, vorzugsweise 0,5 m bis 1,5 m und besonders bevorzugt 0,75 m. Dadurch ergibt sich entsprechend ein Abstand des oberen Ringflansches zum unteren Stützflansch in jeweils dieser Größe. Bei Anordnung der Turmfußsektion auf dem Fundament ist somit der innere obere Ringflansch in etwa dieser Höhe, also im Bereich von 0,2 m bis 2 m bzw. 0,5 m bis 1,5 m bzw. 0,75 m angeordnet. Hierdurch ist auch dieser innere obere Ringflansch in einer entsprechend angenehmen und praktikablen Arbeitshöhe für einen Mitarbeiter eines Aufbauteams, der auf dem Fundament steht.

10 Eine weitere Ausgestaltung sieht eine Turmfußsektion vor, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Stützelemente als vertikale Stützrippen ausgestaltet sind und insbesondere der obere Ringflansch und der untere Stützflansch mehrere Bohrungen zum Durchführen von Befestigungsschrauben oder Befestigungsbolzen aufweisen und jede Stützrippe jeweils am oberen Ringflansch zwischen zwei der Bohrungen und am unteren Stützflansch zwischen ebenfalls zwischen zwei Bohrungen, die nämlich zu den jeweils oberen beiden Bohrungen korrespondieren, befestigt ist. Bei bestimmungsgemäß durchgeführten Befestigungsschrauben bzw. Befestigungsbolzen jeweils durch eine Bohrung des unteren Stützflansches und des oberen Ringflansches ist somit jeweils wenigstens eine Befestigungsschraube bzw. ein Befestigungsbolzen zwischen zwei Stützrippen angeordnet.

20 Werden nun die Befestigungsschrauben bzw. Befestigungsbolzen angezogen und üben eine Zugkraft aus, die auch zu einer Zugkraft zwischen dem unteren Stützflansch und oberen Ringflansch führt, so können die Stützrippen dieser Kraft entgegenwirken und entsprechend einer Verformung der beiden Flansche entgegenwirken.

Gemäß einer Ausgestaltung sind zwischen einigen Stützrippen keine Bohrungen, insbesondere können mehr Stützrippen als entsprechende Bohrungen vorhanden sein.

Erfindungsgemäß wird zudem eine Turmfußanordnung vorgeschlagen, die eine Turmfußsektion, insbesondere eine wie oben beschriebene erfindungsgemäße Turmfußsektion beinhaltet. Weiterhin beinhaltet die Turmfußanordnung einen Fundamentkorb mit inneren und äußeren Befestigungsbolzen zum Verankern mit jeweils einer Seite in einem Fundament und zum Befestigen mit jeweils einer anderen Seite an der Turmfußsektion. Die inneren Befestigungsbolzen sind dabei etwa um die Höhe der Turmfußsektion länger als die äußeren Befestigungsbolzen. Zumindest sind die inneren Befestigungsbolzen hinsichtlich ihrer wirksamen Länge um die Höhe der Turmfußsektion länger als die äußeren Befestigungsbolzen. Demnach sollen insbesondere die Befestigungsbolzen im Fundament auf gleicher Höhe angeordnet und somit nach ausgehärtetem Beton befestigt sein,

nämlich insbesondere an einem etwa horizontal angeordneten kreisförmig umlaufenden Segmentanker. Dabei reichen die äußeren Befestigungsbolzen von dem Segmentanker zum und durch den äußeren unteren Ringflansch. Die inneren Befestigungsbolzen reichen von dem Segmentanker zu und durch den inneren unteren Stützflansch und weiter zu und durch den inneren oberen Ringflansch. Nach Anordnung eines unteren Turmsegmentes auf der Turmfußsektion mit einem unteren Turmflansch ragen die inneren Befestigungsbolzen zudem noch durch diesen unteren Turmflansch des unteren Turmsegmentes. Die wirksame Länge der Verbindungsbolzen ist diejenige, die nötig ist, um eine Verbindung zwischen Segmentanker und äußerem unteren Ringflansch bzw. zwischen Segmentanker und innerem oberen Ringflansch herzustellen. Bei sehr genauer Betrachtung kommt im letzteren Fall, also für die inneren Verbindungsbolzen, noch die Dicke des unteren Turmflansches des aufzusetzenden unteren Turmsegmentes hinzu.

Gemäß einer Ausführungsform der Turmfußanordnung werden somit die äußeren Befestigungsbolzen zum Befestigen mit der Turmfußsektion durch Bohrungen des äußeren unteren Ringflansches geführt und die inneren Befestigungsbolzen werden durch Bohrungen des inneren, unteren Stützflansches und durch Bohrungen des oberen, inneren Ringflansches geführt. Dabei sollen die inneren Befestigungsbolzen zur Befestigung eines mit einem unteren Turmflansch auf den inneren, oberen Ringflansch aufzusetzenden Turmsegmentes vorbereitet sein, um dabei nämlich durch Bohrungen des unteren Turmflansches geführt zu werden.

Eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Turmfußanordnung sieht mehrere Verbindungsbolzen vor, zum Verbinden der Turmfußsektion mit einem unteren auf die Turmfußsektion aufgesetzten unteren Turmsegment. Die Verbindungsbolzen reichen hierbei durch den inneren, oberen Ringflansch und den korrespondierenden unteren Turmflansch des aufgesetzten Turmsegmentes. Die Verbindungsbolzen reichen insbesondere nicht in das Fundament hinein. Eine solche Turmfußanordnung weist somit äußere Befestigungsbolzen auf, die zum Verankern von dem äußeren, unteren Ringflansch in das Fundament hineinreichen. Weiterhin sind innere Befestigungsbolzen vorgesehen, die von dem unteren Turmflansch des aufgesetzten Turmsegments weiter durch den inneren, oberen Ringflansch reichen und von dort aus weiter durch den inneren, unteren Stützflansch in das Fundament hineinreichen. Zusätzlich zu diesen inneren und äußeren Befestigungsbolzen sind Verbindungsbolzen vorgesehen, die lediglich den inneren, oberen Ringflansch mit dem unteren Turmflansch verbinden und vorzugsweise auch entsprechend kurz ausgebildet sind. Diese Verbindungsbolzen reichen also im Grunde nur durch diese beiden aneinanderliegenden Flansche, nämlich den inneren, oberen Ringflansch und den unteren Turmflansch, hindurch und weisen entsprechend an

beiden Enden noch ausreichend Platz zum Anordnen jeweils eines Spannmittels wie einer Spannmutter auf. Eine solche Spannmutter kann vereinfachend auch als Mutter bezeichnet werden.

Vorzugsweise wechseln sich Verbindungsbolzen und Befestigungsbolzen, die jeweils
5 beide durch den inneren, oberen Ringflansch und den unteren Turmflansch reichen, ab. Der untere Turmflansch des untersten, aufgesetzten Turmsegmentes ist somit, bezogen auf eine Umlaufrichtung, abwechselnd einerseits mit einem inneren Befestigungsbolzen in dem Fundament verankert bzw. gegen dieses verspannt und andererseits mit einem Verbindungsbolzen nur an dem inneren, oberen Ringflansch befestigt bzw. gegen diesen
10 verspannt. Mit anderen Worten wechseln sich im inneren der Turmfußanordnung lange innere Befestigungsbolzen und kurze Verbindungsbolzen ab.

Es können auch mehr innere Befestigungsbolzen als Verbindungsbolzen oder umgekehrt vorgesehen sein. Außerdem oder alternativ können auch innere Befestigungsbolzen einerseits und Verbindungsbolzen andererseits paarweise angeordnet sein, so dass
15 in Umfangsrichtung auf zwei inneren Befestigungsbolzen zwei Verbindungsbolzen folgen und darauf wieder zwei innere Befestigungsbolzen usw., um nur ein weiteres Beispiel anzugeben.

Auch für die Verwendung von Verbindungsbolzen, die also nicht durch den inneren, unteren Stützflansch reichen, kann eine Turmfußsektion verwendet werden, die auch für
20 eine Turmfußanordnung ohne Verbindungsbolzen vorgesehen ist. Mit anderen Worten kann auch für diese Ausführungsform eine Turmfußanordnung, die Verbindungsbolzen verwendet, eine Turmfußsektion verwendet werden, die in ihrem inneren, oberen Ringflansch ebensoviele Bohrungen aufweist, wie in ihrem inneren, unteren Stützflansch. Es würden dann einige Bohrungen in dem inneren, unteren Stützflansch keinen durchreichenden Bolzen aufweisen und insoweit leer bleiben. Natürlich können solche insoweit
25 leer bleibenden Bohrungen aber mit einer Füllmasse ausgefüllt sein, falls dies gewünscht ist.

Alternativ kann eine Turmfußsektion verwendet werden, die speziell für eine Turmfußanordnung ausgelegt und angepasst ist, die Verbindungsbolzen verwendet.

30 Eine Turmfußanordnung, die Verbindungsbolzen verwendet, kann dadurch eine Kräfteeinleitung vom Turm, insbesondere vom unteren Turmsegment, in das Fundament auf zwei Wegen erreichen. Die Krafteinleitung, also insbesondere Zugkräfte, können so einerseits von dem unteren Turmsegment unmittelbar über die inneren Befestigungsbol-

zen in das Fundament eingeleitet werden. Weiterhin können solche Kräfte teilweise über die Verbindungsbolzen in die Turmfußsektion eingeleitet und von dort aus weiter mittels der äußeren Befestigungsbolzen in das Fundament eingeleitet werden. Dabei ist eine solche Verankerung im Fundament mit vergleichsweise geringem Materialaufwand möglich, insbesondere was die Anzahl an Bolzen und Verspannmitteln, wie Verspannmuttern, 5 betrifft. Eine vergleichsweise geringe Anzahl von Verspannmitteln, wie Verspannmutter, kann zudem den Aufwand beim Errichten einer solchen Turmfußanordnung verringern.

Vorzugsweise weist eine Turmfußanordnung so viele äußere Befestigungsbolzen wie innere Befestigungsbolzen auf und/oder sie weist so viele äußere Befestigungsbolzen auf 10 wie innere Befestigungsbolzen und Verbindungsbolzen zusammen.

Zudem wird ein Turm einer Windenergieanlage gemäß Anspruch 7 vorgeschlagen. Dieser weist ein Fundament mit einem Fundamentkorb mit äußeren und inneren Befestigungsbolzen und mit einer Turmfußsektion gemäß einer der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsformen auf. Weiterhin weist der Turm ein unteres Turmsegment, insbesondere ein Stahlturmsegment, mit einem unteren Turmflansch auf. Das 15 untere Turmsegment ist dabei mit seinem Turmflansch auf der Turmfußsektion angeordnet. Einige der Befestigungsbolzen, insbesondere die inneren Befestigungsbolzen, sind vom Fundament durch den inneren, unteren Stützflansch und durch den inneren, oberen Ringflansch der Turmfußsektion und durch den unteren Turmflansch geführt, um dadurch 20 den unteren Turmflansch auf der Turmfußsektion anzuordnen und an dem Fundament zu befestigen. Die Befestigung erfolgt insbesondere durch Aufschrauben und Festziehen von Befestigungsmuttern auf den durch den unteren Turmflansch nach oben hindurchragenden Befestigungsbolzen.

Somit stellen die inneren Befestigungsbolzen eine unmittelbare Befestigung bzw. Verspannung des unteren Turmsegmentes mit dem Fundament, insbesondere einen in dem 25 Fundament vorgesehenen Segmentanker her. Die Turmfußsektion ist dabei zwischen Fundament und Turmsegment angeordnet und die inneren Verbindungsbolzen reichen somit vollständig über die Turmfußsektion hinaus.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Errichten eines Turms einer Windenergieanlage, insbesondere eines Stahlsturms gemäß Anspruch 8 vorgeschlagen. Demnach erfolgt 30 zunächst das Positionieren eines mit einer Turmfußsektion verbundenen Fundamentkorbs in einer für das Gießen eines Fundamentes vorbereiteten Fundamentgrube. Anschließend kann Beton in die Fundamentgrube zum teilweisen Einbetonieren des Fundamentkorbes gegossen werden. Das Gießen erfolgt dabei vorzugsweise möglichst so,

dass sich eine Betonoberfläche, also eine Fundamentoberfläche, etwa kurz unterhalb der Turmfußsektion, nämlich kurz unterhalb unterer Flansche der Turmfußsektion ergibt. Vorzugsweise sollte gerade so viel Platz zwischen Betonoberfläche und Unterseite der Turmfußsektion verbleiben, dass noch eine Nivellierung durch eine Nivelliermasse bzw.
5 Ausgleichsmasse vorgenommen werden kann.

Der Beton wird dann aushärten und nachdem der Beton ausgehärtet ist, kann der Aufbau des Turms fortgesetzt bzw. je nach Betrachtungsweise begonnen werden. Einer der nächsten Schritte des Aufbaus des Turms ist das Aufsetzen und Befestigen eines unteren Turmsegmentes. Je nach Größe des Turmes kann das untere Turmsegment auch
10 das einzige Turmsegment sein, auf das dann eine Windenergieanlagengondel oder zumindest ein Azimutlager aufgesetzt wird.

Vorzugsweise wird bei dem Verfahren zum Errichten eines Turms einer Windenergieanlage eine erfindungsgemäße Turmfußsektion gemäß einer der beschriebenen Ausführungsformen verwendet. Vorzugsweise ist der Fundamentkorb beim Positionieren über
15 Befestigungsbolzen mit der Turmfußsektion verbunden. Dabei werden innere Befestigungsbolzen durch Bohrungen des oberen, inneren Ringflansches geführt und dort mit Befestigungsmitteln befestigt, insbesondere mit entsprechenden Muttern.

Vorzugsweise wird die Turmfußsektion beim Gießen des Betons von einem Kran oder einem in der Fundamentgrube aufgestellten Tragrahmen gehalten, wodurch außerdem
20 der an der Turmfußsektion befestigte Fundamentkorb gehalten wird. Der Fundamentkorb hängt hierbei im Grunde an der Turmfußsektion.

Vorzugsweise wird nach dem Aushärten des Betons die Turmfußsektion nivelliert. Die Turmfußsektion wird somit gerade ausgerichtet, um einen möglichst exakt senkrechten Aufbau des Turmes zu ermöglichen. Hierzu kann beispielsweise eine selbstnivellierende
25 Masse auf dem Fundament unterhalb der beiden unteren Flansche der Turmfußsektion aufgetragen werden und die Turmfußsektion nach Aushärtung der selbstnivellierten Nivelliermasse darauf abgesetzt werden. Alternativ kann die Turmfußsektion als solche ausnivelliert werden und die ausnivellierte Position der Turmfußsektion durch eine entsprechende Ausgleichsmasse fixiert werden. Auch hierbei ist diese Ausgleichsmasse im
30 Bereich zwischen Fundament und den unteren Flanschen der Turmfußsektion anzuordnen, um dort in der nivellierten Position auszuhärten. Gegebenenfalls kann je nach Betonfundament auf das Nivellieren verzichtet werden, oder ohne Ausgleichs- bzw. Nivelliermasse nivelliert werden. In diesem Fall steht die Turmfußsektion direkt auf dem Fundament. Die äußeren Befestigungsbolzen können dann fest verspannt werden, nämlich

insbesondere mit entsprechend aufgesetzten Muttern. Bei den inneren Befestigungsbolzen können obere Muttern nun gelöst werden und eine untere Turmsektion mit einem unteren Turmflansch auf die Turmfußsektion aufgesetzt werden, wobei die inneren Befestigungsbolzen dabei durch Bohrungen des unteren Turmflansches durchgeführt werden und durch entsprechende Muttern dann festgezogen werden können.

Es wird somit erreicht, dass jedenfalls die äußeren Muttern, nämlich die Muttern der äußeren Befestigungsbolzen auch nach dem Gießen des Betons und nach dem Ausnivellieren nicht mehr gelöst, sondern nur noch festgezogen werden müssen. Das Austauschen einer Schablone kann somit vermieden werden. Die Turmfußsektion kann beim Ausgießen ohne Kran gehalten werden oder benötigt nur einen sehr kleinen Kran, so dass entsprechende Kosten für Kranzeiten reduziert werden können. Dabei wird eine Turmfußsektion zwischen Fundament und unterem Turmsegment angeordnet, die zusammen mit dem unteren Turmsegment jedenfalls im inneren Bereich an dem Fundament befestigt, insbesondere fest verspannt wird. Die vorgeschlagene Lösung vermeidet jedenfalls im inneren Bereich eine Befestigung der Turmfußsektion mit dem Fundament einerseits und eine Befestigung der unteren Turmsektion an der Turmfußsektion andererseits. Es können somit hier zwei Sätze Muttern und die entsprechende Arbeitszeit, diese anzuordnen und festzuschrauben, eingespart werden. Zumindest ist hier eine Aufwands- und Materialreduzierung erreichbar.

Insbesondere erfolgt das Aufsetzen und Befestigen eines unteren Turmsegmentes so, dass von den inneren Befestigungsbolzen die Befestigungsmittel, also insbesondere Muttern, entfernt werden, das untere Turmsegment mit einem unteren Turmflansch auf den inneren, oberen Ringflansch der Turmfußsektion aufgesetzt wird und dabei die inneren Befestigungsbolzen durch Bohrungen des unteren Turmflansches geführt werden. Dann werden die Befestigungsmittel, insbesondere Befestigungsmuttern, auf die durch den Turmflansch ragenden inneren Befestigungsbolzen aufgeschraubt, um den Turmflansch fest auf den oberen inneren Ringflansch der Turmfußsektion zu ziehen.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Windenergieanlage in einer perspektivischen Ansicht.

Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht durch einen Teil einer erfindungsgemäßen Turmfußanordnung.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Turmfußsektion ohne Turm, ohne Fundament und ohne Fundamentkorb in einer perspektivischen Ansicht.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Turmfußsektion mit Fundamentkorb und mit einem Turmflansch in einer perspektivischen Ansicht.

5 Fig. 5 zeigt schematisch eine Turmfußsektion mit Fundamentkorb und einer umlaufenden Ausgleichsschicht zum Nivellieren schematisch, wobei der Beton, auf dem die Ausgleichsschicht angeordnet ist, nicht dargestellt ist.

Fig. 6 zeigt schematisch eine bestimmungsgemäß auf einem Fundament und einer Ausgleichsschicht angeordnete Turmfußsektion in einer perspektivischen Darstellung.
10

Fig. 7 zeigt eine Schnittansicht durch einen Teil einer Turmfußanordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

Nachfolgend werden unter Umständen für ähnliche, aber nicht identische Merkmale gleiche Bezugszeichen verwendet, um das Verständnis der Funktionalität der jeweiligen Elemente zu verbessern.
15

Fig. 1 zeigt eine Windenergieanlage 100 mit einem Turm 102 und einer Gondel 104. An der Gondel 104 ist ein Rotor 106 mit drei Rotorblättern 108 und einem Spinner 110 angeordnet. Der Rotor 106 wird im Betrieb durch den Wind in eine Drehbewegung versetzt und treibt dadurch einen Generator in der Gondel 104 an.

20 Die Turmfußanordnung 2 der Fig. 2 umfasst eine Turmfußsektion 1 und einen Fundamentkorb 4, der auch als Bolzenkorb bezeichnet werden kann.

Die Turmfußsektion 1 umfasst einen äußeren unteren Ringflansch 6, einen inneren oberen Ringflansch 8 und einen unteren inneren Stützflansch 10, der ebenfalls in Form eines Ringflansches ausgebildet ist. Der äußere untere Ringflansch 6 und der untere innere Stützflansch 10 bilden im Grunde zusammen einen unteren ringförmigen Fußabschnitt 12. Dieser untere ringförmige Fußabschnitt 12 kann aus einem Stück, insbesondere aus Stahl gefertigt sein und weist eine untere Standfläche 14 auf, mit der die Turmfußsektion 1 auf einer ringförmig angeordneten Ausgleichsschicht 16 steht, die wiederum auf einem Fundament 18 angeordnet ist.
25

Der untere ringförmige Fußabschnitt 12 ist über einen ringförmigen Mantelabschnitt 20 mit dem oberen inneren Ringflansch 8 verbunden. Der ringförmige Mantelabschnitt 20 ist fast in Form eines Zylindermantels ausgestaltet, unterscheidet sich davon aber durch eine konische Ausgestaltung und entspricht damit einem Kegelstumpfmantel. Der untere ringförmige Fußabschnitt 12, der ringförmige Mantelabschnitt 20 und der obere innere Ringflansch 8 sind in der Fig. 2 mit unterschiedlichen Schraffuren in der gezeigten Schnittansicht versehen. Dennoch sind diese drei Abschnitte 12, 20 und 8 fest miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschweißt. Alle drei genannten Abschnitte 12, 20 und 8 können aus Stahl gefertigt sein und sie können als ein gemeinsames Gussteil ausgebildet sein.

Die Turmfußsektion 1 der Fig. 2 weist zudem Stützelemente 22 auf, von denen in der Fig. 2 fünf Stützelemente 22 gezeigt sind. Die Stützelemente 22 können auch als Stützstreben oder Verstärkungsbleche bezeichnet werden. Die Stützelemente 22 sind zwischen dem oberen inneren Ringflansch 8 und dem unteren inneren Stützflansch 10 angeordnet und mit beiden sowie mit dem ringförmigen Mantelabschnitt 20 fest verbunden, insbesondere verschweißt oder gemeinsam als ein Gussteil gefertigt. Kräfte, die auf den oberen inneren Ringflansch 8 wirken, können über diese Stützelemente 22 und auch den ringförmigen Mantelabschnitt 20 zum unteren ringförmigen Fußabschnitt abgeleitet werden. Insbesondere werden solche Kräfte von den Stützelementen 22 zum unteren inneren Stützflansch 10 abgeleitet und auch von dem ringförmigen Mantelabschnitt 20 zum unteren ringförmigen Fußabschnitt bzw. äußeren, unteren Ringflansch abgeleitet.

Der Fundamentkorb 4 umfasst eine Vielzahl innerer Bolzen 24 und äußerer Bolzen 26. Die inneren Bolzen 24 und die äußeren Bolzen 26 sind jeweils in einer ringförmigen Reihe in dem Fundament 18 angeordnet und an einer unteren Seite mit einem Segmentanker 28 befestigt, der in dem Fundament 18 entsprechend ebenfalls ringförmig in etwa einer horizontalen Ebene umläuft und auch als Ankerring bezeichnet werden kann. Auf dem oberen inneren Ringflansch 8 und damit auf der Turmfußsektion 1 ist ein unterer Turmflansch 30 angeordnet, der einen unteren Teil einer angedeuteten unteren Turmsektion 32 bildet.

Der Fundamentkorb 4 ist nun so ausgebildet, dass die inneren Bolzen 24 von dem Segmentanker 28 durch das Fundament 18 nach oben durch die Ausgleichsschicht 16, den inneren unteren Stützflansch 10, den oberen inneren Ringflansch 8 und schließlich durch den unteren Turmflansch 30 reichen. Diese inneren Bolzen 24, die als Gewindebolzen ausgebildet sind, sind mittels Muttern 34 an dem Segmentanker 28 befestigt. Mit weiteren Muttern 36, die mit den Muttern 34 identisch sein können, wird der untere Turmflansch 30

somit gegen den Segmentanker 28 verspannt. Dadurch wird auch ein Turm, von dem die untere Turmsektion 32 in Fig. 2 angedeutet ist, fest mit dem Segmentanker und damit dem Fundament verbunden.

Die äußeren Bolzen 26 sind ebenfalls mit Muttern 34 an dem Segmentanker 28 befestigt
5 und ragen durch das Fundament 18 nach oben durch die Ausgleichsschicht 16 und durch den äußeren unteren Ringflansch 6, an dem sie mittels Muttern 36 befestigt sind.

Fig. 3 zeigt perspektivisch und schematisch eine Turmfußsektion 1. Diese Turmfußsektion 1 entspricht im Wesentlichen der Turmfußsektion 1, die in der Fig. 2 in dem geschnittenen Ausschnitt gezeigt ist. In der Fig. 3 ist zu erkennen, dass die Stützelemente 22 als
10 Stützstreben bzw. Verstärkungsbleche ausgestaltet sind und jeweils im Bereich des unteren inneren Stützflansch 10 und des oberen, inneren Ringflansch 8 jeweils zwischen 2 Bohrungen 38 angeordnet sind. Dabei sind jeweils 2 Bohrungen 38 am unteren, inneren Stützflansch 10 bzw. oberen, inneren Ringflansch 8 zwischen 2 Stützelementen 22 angeordnet. Mit anderen Worten befindet sich nur nach jeder zweiten Bohrung 38 jeweils
15 ein Stützelement 22. Die Turmfußsektion kann auch als ein Gussteil, insbesondere Stahlgussteil gefertigt sein.

Die Fig. 4 bis 6 zeigen im Grunde dieselbe Turmfußanordnung 2 in einer perspektivischen Darstellung wobei diese gemäß Fig. 6 bestimmungsgemäß in einem Betonfundament 18 eingegossen ist und mit ihrem unteren, ringförmigen Fußabschnitt 12 dabei auf
20 einer Ausgleichsschicht 16 ruht.

In Fig. 5 ist im Gegensatz zur Darstellung der Fig. 6 der Beton ausgeblendet. In Fig. 4 ist zu dem die Ausgleichsschicht 16 ausgeblendet.

Jede der Figuren 4 bis 6 zeigt zudem einen unteren Turmflansch 30 mit dem Ansatz einer unteren Turmsektion 32. Der größte Teil der Turmsektion 32 ist ausgeblendet, um die
25 Details der Turmfußanordnung 2 besser erkennbar zu haben.

Durch die beschriebene Erfindung ist somit ein einfacherer und sicherer Aufbau der Fundamentkörbe erreichbar und Montagezeiten können verkürzt werden. Es ist eine Vormontage des Fundamentkorbs mit Stahlsegment ohne Schablonen erreichbar, so dass das Entfernen der Schablonen entfallen kann. Durch einen einfacheren und sicheren und insbesondere dadurch auch besser reproduzierbaren Aufbau des Fundamentkorbes können Schäden am Fundament und damit Sanierungsarbeiten am Fundament
30 vermieden werden.

Die Figur 7 zeigt einen Schnitt durch eine Turmfußanordnung 70 gemäß einer weiteren Ausführungsform. Diese Schnittansicht der Figur 7 entspricht im Wesentlichen der Schnittansicht der Figur 2. Auch die gezeigten Elemente sind ganz ähnlich oder sogar identisch und insoweit werden hier gleiche Bezugszeichen für ähnliche oder sogar identische Elemente verwendet, obwohl die Fußanordnung 70 als solche sich von der Fußanordnung 2 der Figur 2 wie folgt unterscheidet.

Anstelle des inneren Befestigungsbolzens 24 der Figur 2 zeigt die Figur 7 einen Verbindungsbolzen 72. Dieser Verbindungsbolzen 72 ist deutlich kürzer als der innere Befestigungsbolzen 24 gemäß Figur 2. Dieser Verbindungsbolzen 72 reicht im Wesentlichen nur durch den unteren Turmflansch 30 und den oberen, inneren Ringflansch 8. Diese beiden Flansche sind somit durch diese Verbindungsbolzen 72 miteinander fest verbunden bzw. gegeneinander verspannt. Dazu weist der Verbindungsbolzen 72 zwei Schraubenmuttern bzw. Verspannmuttern 36 auf. Eine Zugkraft von der unteren Turmsektion 32 kann in dem gezeigten Bereich über den unteren Turmflansch 30, den Verbindungsbolzen 72, den oberen, inneren Ringflansch, den ringförmigen Mantelabschnitt 20 der Turmfußsektion 1 zum äußeren, unteren Ringflansch 6 geleitet werden und von dort weiter mittels des äußeren Bolzens 26 in das Fundament 18 eingeleitet werden.

Figur 7 zeigt in der Schnittansicht einen Verbindungsbolzen 72. Solche Verbindungsbolzen 72 wechseln sich gemäß der gezeigten Turmfußanordnung 70 mit inneren Bolzen 24 ab. Daher zeigt die Schnittansicht der Figur 2 auch eine Turmfußanordnung 70, auf die sich die Figur 7 bezieht, nämlich für all die Schnitte, die im Bereich eines inneren Bolzens 24 durchgeführt werden.

An den Stellen, an denen ein Verbindungsbolzen 72 gemäß der Turmfußanordnung 70 verwendet wird, kann eine Bohrung sowohl in dem unteren, inneren Stützflansch 10, als dem Segmentanker 28 unbenutzt bleiben und ggf. verfüllt werden, oder der untere, innere Stützflansch 10 und/oder der Segmentanker 28 können entsprechend ohne Bohrung vorgesehen sein.

Ansprüche

1. Turmfußsektion (1), zum Anordnen und Befestigen auf einem Fundament (18) und zum Errichten eines Turms einer Windenergieanlage (100) darauf, umfassend

einen äußeren, unteren Ringflansch (6) zum Aufsetzen auf dem Fundament (18)
5 und Befestigen an dem Fundament(18),

einen inneren, oberen Ringflansch (8) zum Aufsetzen und Befestigen eines Turmsegmentes (32) mit korrespondierendem unterem Turmflansch (30) darauf,

einen inneren, unteren Stützflansch (10) zum Aufsetzen auf dem Fundament (18) und

10 innere Stützelemente (22), insbesondere Stützstreben (22), zum Abstützen des oberen Ringflansches (8) gegen den unteren Stützflansch (10).
2. Turmfußsektion (1) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen ringförmigen Mantelabschnitt (20), der den unteren Ringflansch (6) und den unteren Stützflansch (10) mit dem oberen Ringflansch (8) verbindet, wobei insbesondere der
15 Mantelabschnitt (20) einen äußeren Bereich und einen inneren Bereich definiert und der untere Ringflansch (6) im äußeren Bereich angeordnet ist und/oder der obere Ringflansch (8), der untere Stützflansch (10) und die Stützelemente (22) im inneren Bereich angeordnet sind.
3. Turmfußsektion (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe des Mantelabschnitts (20) 0,2m bis 2m, vorzugsweise 0,5m bis 1,5m, insbesondere etwa 0,75m beträgt.
20
4. Turmfußsektion (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützelemente (22) als vertikale Stützrippen (22) ausgestaltet sind, wobei insbesondere der obere Ringflansch (8) und der untere Stützflansch (10) mehrere Bohrungen zum Durchführen von Befestigungsschrauben (24) oder Befestigungsbolzen (24) aufweisen und jede Stützrippe (22) jeweils am oberen Ringflansch (8) zwischen zwei der Bohrungen und am untern Stützflansch (10) zwischen zwei der Bohrungen befestigt ist.
25

5. Turmfußanordnung (2) umfassend

eine Turmfußsektion(1), insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche,

5 einen Fundamentkorb (4), mit inneren und äußeren Befestigungsbolzen (24, 26) zum Verankern mit jeweils einer Seite in einem Fundament (18) zum Befestigen mit jeweils einer anderen Seite an der Turmfußsektion (1), wobei die inneren Befestigungsbolzen (24) etwa um die Höhe der Turmfußsektion (1) länger sind als die äußeren Befestigungsbolzen (26).

6. Turmfußanordnung (2) nach Anspruch 5, wobei

10 die äußeren Befestigungsbolzen (26) zum Befestigen mit der Turmsektion (1) durch Bohrungen des äußeren, unteren Ringflansches (6) geführt werden und

15 die inneren Befestigungsbolzen (24) durch Bohrungen des inneren, unteren Stützflansches (10) und durch Bohrungen des oberen, inneren Ringflansches (8) geführt werden, um zur Befestigung eines mit einem unteren Turmflansch (30) auf den inneren, oberen Ringflansch (8) aufzusetzenden Turmsegment (32) vorbereitet zu sein, um dabei durch Bohrungen des unteren Turmflansches (30) geführt zu werden.

7. Turmfußanordnung (2) nach Anspruch 5 oder 6, weiter umfassend

20 mehrere Verbindungsbolzen zum Verbinden der Turmfußsektion mit einem unteren, auf die Turmfußsektion aufgesetzten unteren Turmsegment, wobei die Verbindungsbolzen durch den inneren, oberen Ringflansch (8) und den korrespondierenden unteren Turmflansch (30) des aufgesetzten Turmsegmentes (32) reichen, und insbesondere nicht in das Fundament reichen.

25 8. Turmfußanordnung (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsbolzen zum Verspannen jeweils mit zwei Spannmitteln, insbesondere Spannmuttern, versehen sind, um den inneren, oberen Ringflansch (8) und den korrespondierenden unteren Turmflansch (30) des aufgesetzten Turmsegmentes (32) gegeneinander zu verspannen.

9. Turmfußanordnung nach Anspruch 7 oder 8, wobei die inneren Befestigungsbolzen (24) und die Verbindungsbolzen jeweils durch den inneren, oberen Ringflansch (8)

und den unteren Turmflansch (30) des aufgesetzten Turmsegmentes (32) reichen und sich dabei insbesondere abwechseln.

10. Turm einer Windenergieanlage (100), umfassend

5 ein Fundament (18) mit einem Fundamentkorb (4) mit äußeren und inneren Befestigungsbolzen (24, 26) und mit einer Turmfußsektion (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, und

ein unteres Turmsegment (32), insbesondere ein Stahlurmsegment (32), mit einem unteren Turmflansch (30), wobei

10 das untere Turmsegment (32) mit seinem Turmflansch (30) auf der Turmfußsektion (1) angeordnet ist und einige der Befestigungsbolzen (24), insbesondere die inneren Befestigungsbolzen (24) vom Fundament (18) durch den inneren, unteren Stützflansch (10) und durch den inneren, oberen Ringflansch (8) der Turmfußsektion (1), und durch den unteren Turmflansch geführt sind, um dadurch den unteren
15 Turmflansch auf der Turmfußsektion zu befestigen, insbesondere durch Aufschrauben und Festziehen von Befestigungsmuttern (36) auf die durch den unteren Turmflansch (30) nach oben hindurch ragenden Befestigungsbolzen (24).

11. Turm nach Anspruch 10, umfassend eine Turmfußanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 9.

20 12. Verfahren zum Errichten eines Turms einer Windenergieanlage (100), insbesondere eines Stahlurms, umfassend die Schritte

Positionieren eines mit einer Turmfußsektion (1) verbundenen Fundamentkorbes (4) in einer für das Gießen eines Fundamentes (18) vorbereiteten Fundamentgrube,

25 Gießen von Beton in die Fundgrube zum teilweisen Einbetonieren des Fundamentkorbes (4),

Aushärten lassen des gegossenen Betons (18) und

Aufsetzen und Befestigen eines unteren Turmsegmentes (32).

13. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass

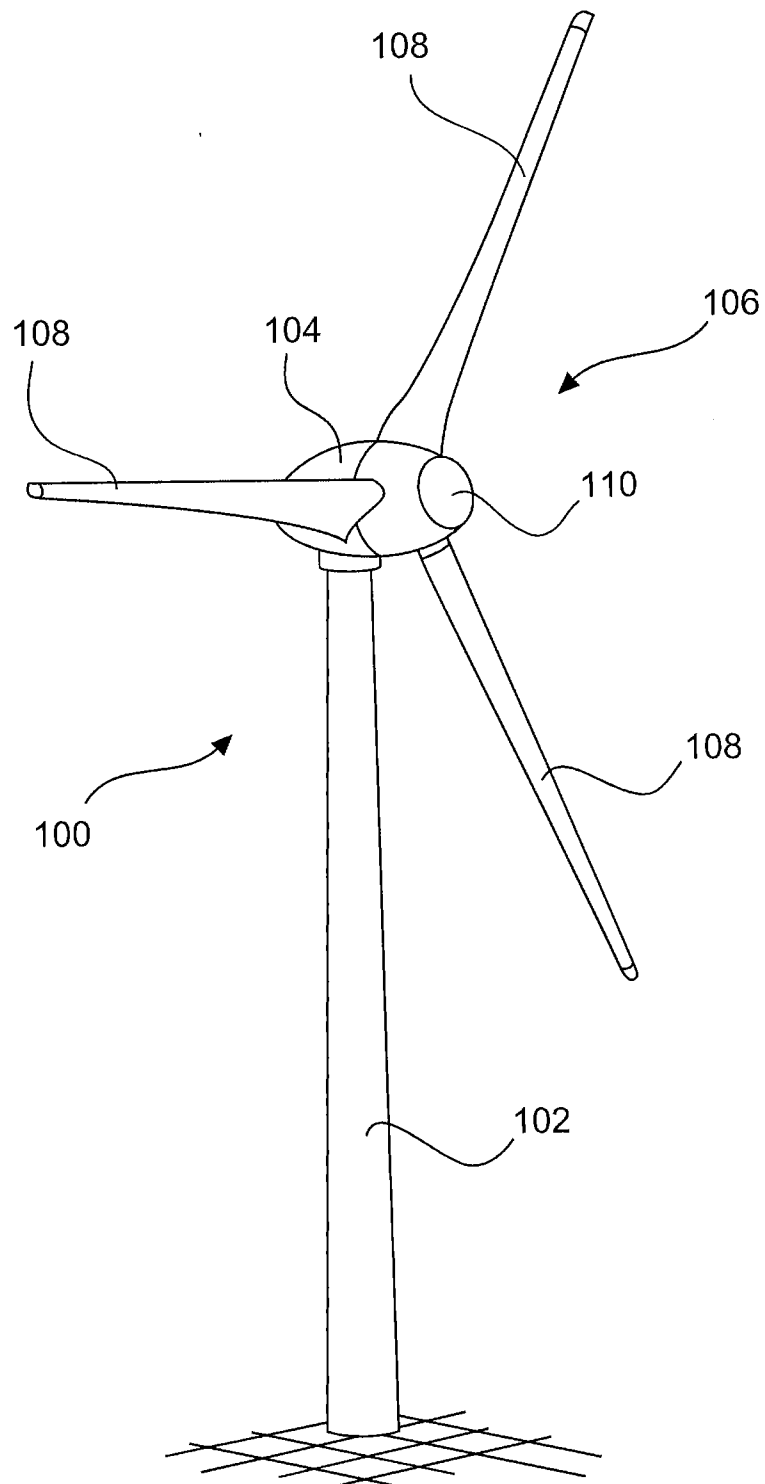
eine Turmsektion (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 und/oder eine Turmfußanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 9 verwendet wird und dass

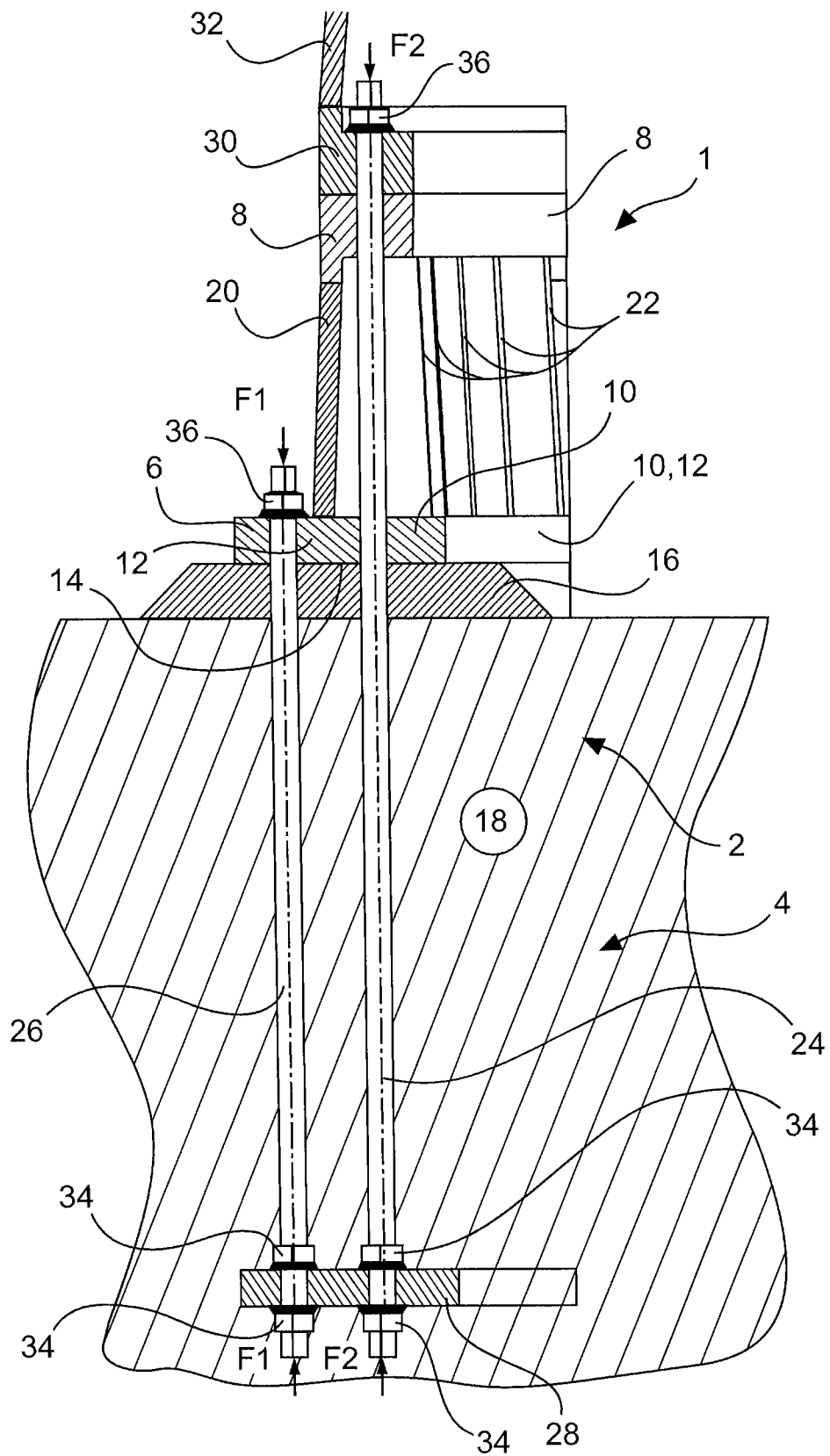
5 beim Positionieren des Fundamentkorbs (4) dieser über die Befestigungsbolzen (24, 26) mit der Turmfußsektion (1) verbunden ist, wobei die inneren Befestigungsbolzen (24) durch Bohrungen des oberen, inneren Ringflansches (8) geführt und dort mit Befestigungsmitteln (36) befestigt werden, insbesondere mit entsprechenden Muttern (36),

10 beim Gießen des Betons die Turmfußsektion (1) von einem Kran oder einem in der Fundamentgrube aufgestellten Tragerahmen gehalten wird, wodurch außerdem der an der Turmsektion (1) befestigte Fundamentkorb (4) gehalten wird,

nach dem Aushärten die Turmfußsektion nivelliert wird und/oder

15 das Aufsetzen und Befestigen eines unteren Turmsegmentes (32) so erfolgt, dass von den inneren Befestigungsbolzen (24) die Befestigungsmittel (36) entfernt werden, das untere Turmsegment (32) mit einem unteren Turmflansch (30) auf den inneren, oberen Ringflansch (8) aufgesetzt wird und dabei die inneren Befestigungsbolzen (24) durch Bohrungen des unteren Turmflansches (30) geführt werden, und die Befestigungsmittel (36), insbesondere Befestigungsmuttern (36), auf die durch den Turmflansch (30) ragenden inneren Befestigungsbolzen (24) aufgeschraubt
20 werden, um den Turmflansch (30) fest auf den oberen, inneren Turmflansch (30) der Turmsektion (32) zu ziehen.

**Fig. 1**

**Fig. 2**

3/5

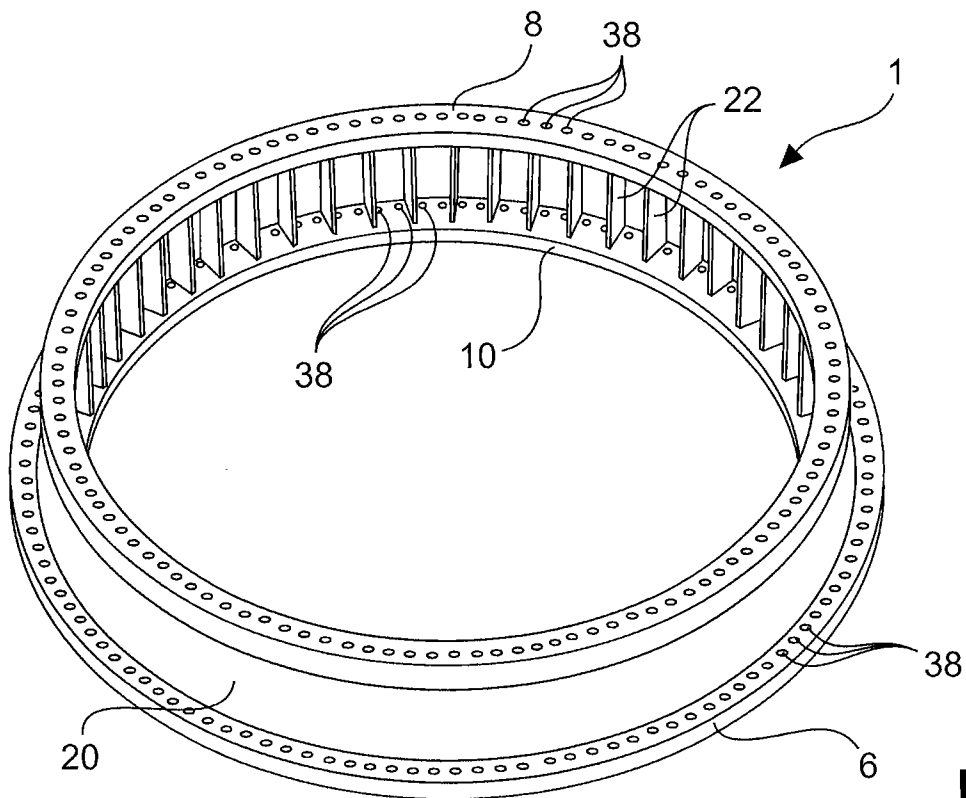


Fig. 3

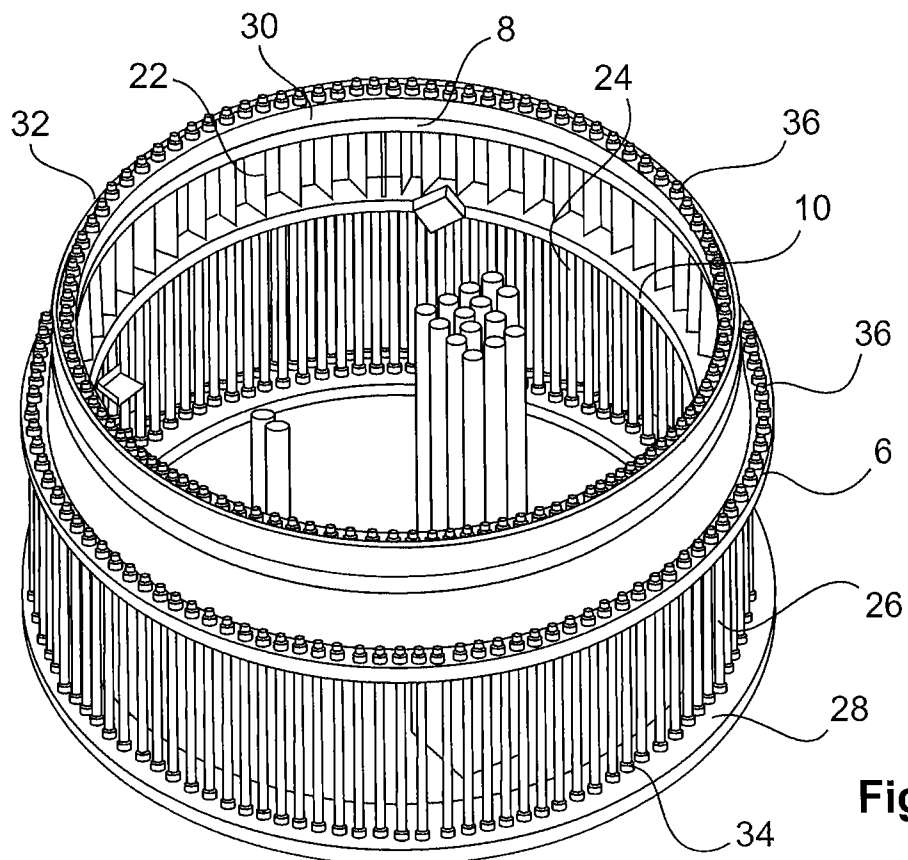


Fig. 4

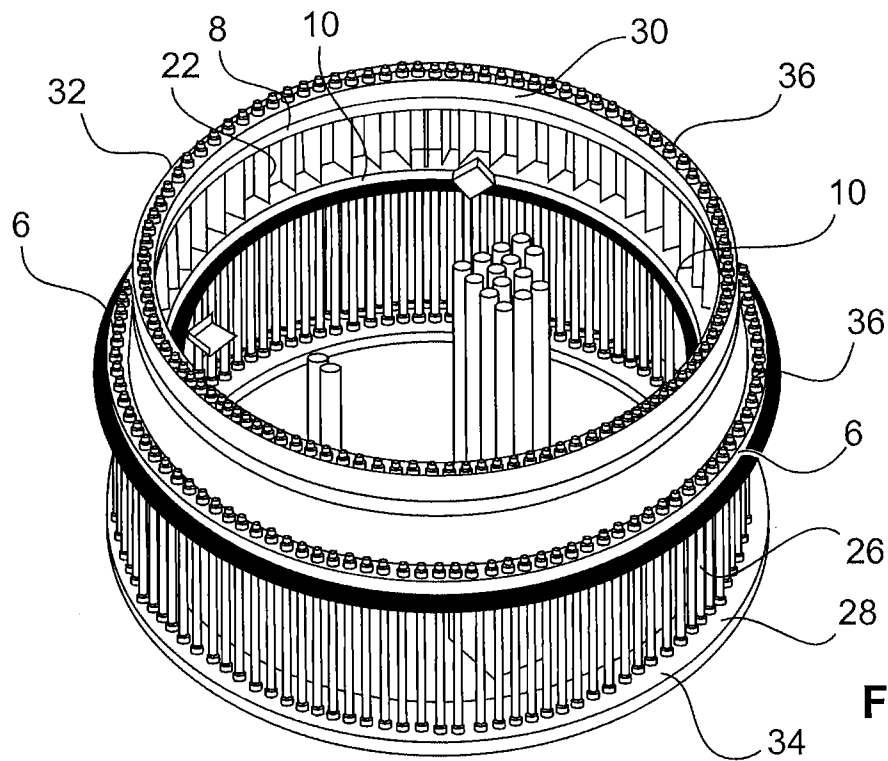


Fig. 5

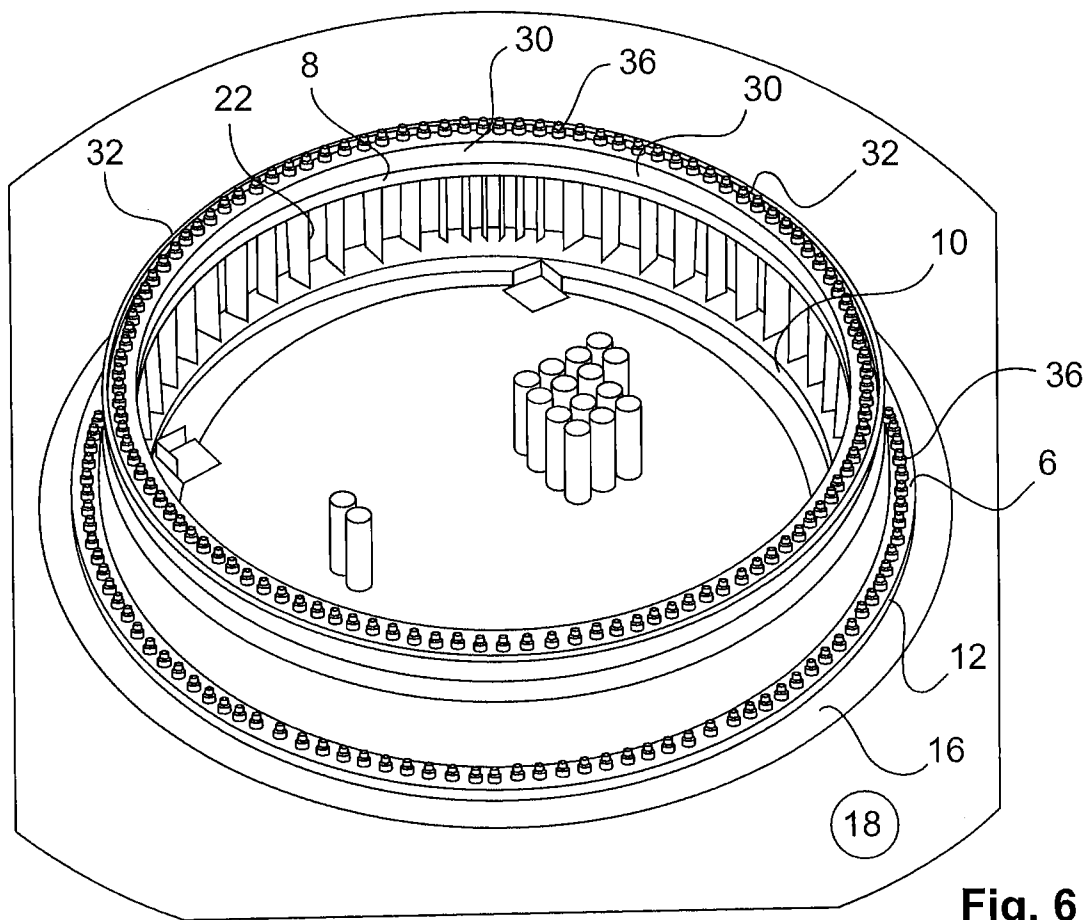


Fig. 6

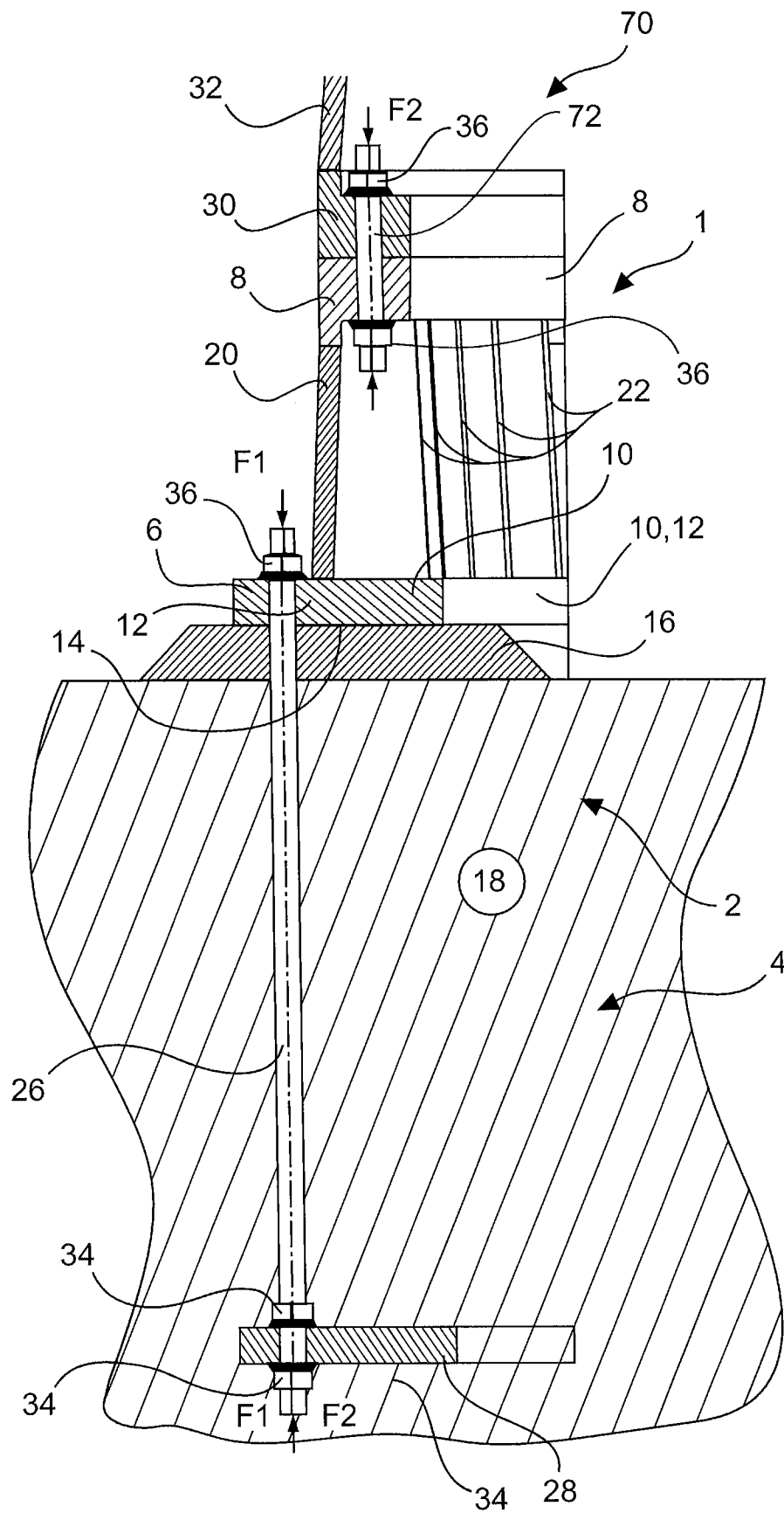


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/072035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. E02D27/42 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E02D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 849 920 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 31 October 2007 (2007-10-31) paragraph [0010] - paragraph [0032]; figures 8,22 -----	1-4
X	DE 10 2005 044989 B3 (NORDEX ENERGY GMBH [DE]) 14 December 2006 (2006-12-14) paragraph [0012] - paragraph [0023]; figure 1 -----	12
A		5-9
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> ☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> ☒ See patent family annex. </div> </div>		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold;">5 March 2013</div>	Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold;">18/03/2013</div>	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Geiger, Harald</div>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/072035

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1849920	A2	31-10-2007	
		AU 2007201890 A1	15-11-2007
		CA 2585534 A1	30-10-2007
		CN 101063509 A	31-10-2007
		DK 1849920 T3	16-07-2012
		EP 1849920 A2	31-10-2007
		ES 2386735 T3	28-08-2012
		US 2007251187 A1	01-11-2007
		US 2012011801 A1	19-01-2012

DE 102005044989 B3		14-12-2006	
		AT 418649 T	15-01-2009
		CN 1936198 A	28-03-2007
		DE 102005044989 B3	14-12-2006
		EP 1767705 A1	28-03-2007
		ES 2319324 T3	06-05-2009
		PT 1767705 E	10-03-2009
		US 2007065234 A1	22-03-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/072035

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. E02D27/42
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
E02D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 849 920 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 31. Oktober 2007 (2007-10-31) Absatz [0010] - Absatz [0032]; Abbildungen 8,22	1-4
X	----- DE 10 2005 044989 B3 (NORDEX ENERGY GMBH [DE]) 14. Dezember 2006 (2006-12-14)	12
A	Absatz [0012] - Absatz [0023]; Abbildung 1 -----	5-9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. März 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/03/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Geiger, Harald

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/072035

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1849920	A2	31-10-2007	
		AU 2007201890 A1	15-11-2007
		CA 2585534 A1	30-10-2007
		CN 101063509 A	31-10-2007
		DK 1849920 T3	16-07-2012
		EP 1849920 A2	31-10-2007
		ES 2386735 T3	28-08-2012
		US 2007251187 A1	01-11-2007
		US 2012011801 A1	19-01-2012

DE 102005044989 B3	B3	14-12-2006	
		AT 418649 T	15-01-2009
		CN 1936198 A	28-03-2007
		DE 102005044989 B3	14-12-2006
		EP 1767705 A1	28-03-2007
		ES 2319324 T3	06-05-2009
		PT 1767705 E	10-03-2009
		US 2007065234 A1	22-03-2007
