

(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
10. März 2011 (10.03.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/026970 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F03D 11/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/063030

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. September 2010 (06.09.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102009040235.7
7. September 2009 (07.09.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SUZLON ENERGY GMBH [DE/DE]; Kurt-Dunkelmann-Str. 5, 18057 Rostock (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WAGNER, Juergen [DE/DE]; Karl-Kunger-Strasse 3, 12435 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

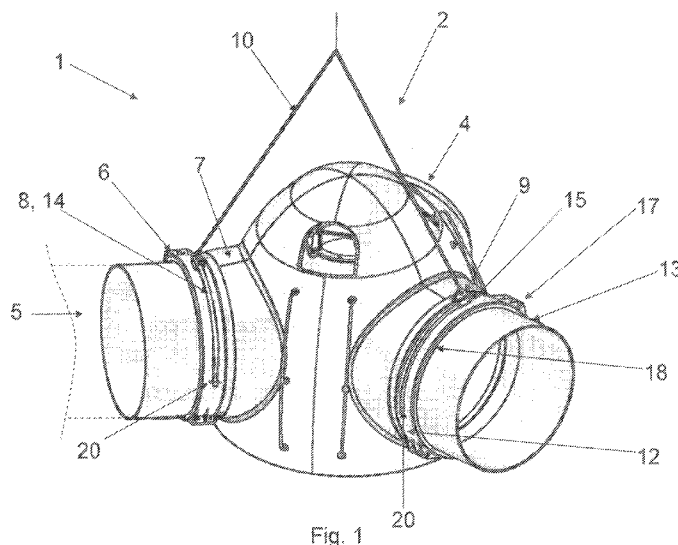
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

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

(54) Title: LIFTING DEVICE FOR A ROTOR OF A WIND TURBINE

(54) Bezeichnung : HUBVORRICHTUNG FÜR EINEN ROTOR EINER WINDTURBINE



(57) Abstract: The invention relates to a lifting device for a rotor of a wind turbine, consisting of a turbine hub and rotor blades fixed thereon, having the following components: at least one receiving device which can be fixed to a blade root region of the rotor; guiding means which can be attached to the receiving device and which has at least one supporting element for receiving and fixing wire supports, wherein the supporting element is connected to the guiding means in a movement-flexible manner such that the rotor is aligned correctly for assembly before being mounted on a rotor shaft of the wind turbine. The aim of the invention is to provide a lifting device for rotors which is easy to assemble and disassemble and which enables the rotor to automatically align into a correspondingly optimal bearing position for assembling onto the turbine hub when undesired torques act on said rotor.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/026970 A2



Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hubvorrichtung für einen Rotor einer Windturbine, bestehend aus einer Turbinennabe und daran befestigten Rotorblättern, welche folgende Komponenten aufweist: mindestens eine Aufnahmevorrichtung, die an einem Blattwurzelbereich des Rotors befestigbar ist; Führungsmittel, das an der Aufnahmevorrichtung anbringbar ist und mindestens ein Trägerelement zur Aufnahme und Befestigung von Seilträgern aufweist, wobei das Trägerelement derart bewegungsflexibel mit dem Führungsmittel in Verbindung steht, dass der Rotor vor dem Aufmontieren an einer Rotorwelle der Windturbine montagegerecht ausgerichtet ist. Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Hubvorrichtung für Rotoren bereitzustellen, die einfach zu montieren und demontieren ist und die es erlaubt, dass der Rotor in die Lage versetzt wird, sich selbsttätig in eine entsprechend optimale Lageposition für die Montage an die Turbinennabe auszurichten, wenn auf diesen unerwünschte Drehmomente einwirken.

Hubvorrichtung für einen Rotor einer Windturbine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hubvorrichtung für einen Rotor einer Windturbine. Ein solcher Rotor besteht im Wesentlichen aus einer Turbinennabe und daran befestigten Rotorblättern. Die Hubvorrichtung weist dabei mindestens eine
5 Aufnahmevorrichtung auf, die an einem Blattwurzelbereich des Rotors anbringbar ist.

Eine solche Hubvorrichtung ist aus dem Stand der Technik bekannt. Windturbinen und deren Komponenten besitzen in der Regel extreme Ausmaße, die es aus ökonomischen Aspekten erforderlich werden lassen, die einzelnen Bauteile erst am Installationsort zusammenzusetzen. Die Installation eines Rotors einer Windturbine
10 an einen Flansch an der Rotorwelle in dem Turbinengehäuse wird dabei üblicherweise mit einem Kran bewerkstelligt. Dieser Kran ist mit Seilzügen ausgestattet, die den Rotor in die entsprechende Höhe heben können. Im einfachsten Fall besitzen die Seilzüge Schlaufen, die vor dem Anheben um einen Rotorblattbereich zur Halterung des Rotors gelegt werden. Bei dieser Art von Seilzug
15 treten jedoch oftmals Probleme auf, die ein Anheben des Rotors und ein Anbringen an das Turbinengehäuse, insbesondere bei größeren Windturbinenanlagen erheblich erschweren. Einerseits können die Schlingen der Seilzüge, die um Rotorblattbereich gelegt werden, das Auftreten von Reibungs- und Haftkräften begünstigen. Dies ist insbesondere von Nachteil, da sich durch diese Haft- und Reibungskräfte der
20 Schwerpunkt der Kranaufhängung derart abrupt verlagert, dass ein Drehmoment erzeugt wird, das den Rotor zu einer abrupten Bewegung veranlasst. Dadurch wird die exakte Ausrichtung des Rotors wesentlich erschwert. Um dies zu verhindern sind mehrere Kräne bei der Montage des Rotors notwendig. Weiterhin können die Schlaufen die Rotorblätter beschädigen.

- Eine andere Möglichkeit, den Rotor mit Seilzügen anzuheben, besteht darin, den Rotor mit einer entsprechenden Haltevorrichtung auszubilden, an der ein Seilzug oder ein Haken eines Seilzuges befestigt werden kann. Wenngleich dadurch die Nachteile der auftretenden Reibungskräfte verhindert werden, so ergibt sich durch diese Lösung die Notwendigkeit, den Rotor mit einer Halterungsvorrichtung auszustatten, vorzugweise ist die Halterungsvorrichtung direkt an dem Tragkörper der Nabe befestigt. Auch ist es weder technisch einfach zu realisieren, noch ökonomisch allzu sinnvoll, insbesondere bei Rotoren bereits installierter Anlagen derartige Haltevorrichtungen nachzurüsten.
- 5
- 10 Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Hubvorrichtung für einen Rotor einer Windturbine derart weiterzubilden, welche unter anderem die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere soll eine vollumfänglich und ganzheitlich verbesserte Hubvorrichtung angegeben werden, wobei die Montage und Demontage der Hubvorrichtung am Rotor einfach und schnell durchzuführen ist, insbesondere
- 15 ohne Veränderungen an einem bestehenden Design eines Rotors vornehmen zu müssen. Außerdem soll durch die erfindungsgemäße Lösung der Hubvorrichtung die Stabilität des Rotors während des Hebevorganges und der Montage an das Turbinengehäuse erhöht werden, so dass auch eine schnelle und sichere Ausrichtung des Rotors möglich ist.
- 20 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst, indem die Aufnahmevorrichtung fest, aber lösbar mit dem Blattwurzelbereich verbindbar ist und an der Aufnahmevorrichtung Führungsmittel und mindestens ein Trägerelement zur Aufnahme und Befestigung von Seilträgern angeordnet sind. Das Trägerelement steht dabei bewegungsflexibel mit dem Führungsmittel in Verbindung. Diese
- 25 vorzugweise als Verschiebbarkeit ausgebildete Bewegungsflexibilität des Trägerelements ermöglicht erstmals, dass der Rotor vor dem Aufmontieren bezüglich eines Flansches einer Rotorwelle der Windturbine montagegerecht ausgerichtet werden kann. Das heißt, der gesamte Rotor wird an den Trägerelementen über die

Führungsmittel verschiebbar an einem Kran aufgehängt, wobei die Verschiebbarkeit ermöglicht, dass der Rotor in verschiedenen Positionen an dem Kran hängen kann. Dies ist notwendig, da der Rotor vor der Montage im Wesentlichen horizontal auf dem Boden gelagert ist. Während der Montage an den Rotorflansch der Rotorwelle der
5 Windturbine muss der Rotor zum einen auf die Höhe des Maschinenhauses gehoben werden und zum anderen aus der waagrechten Position in eine im Wesentlichen vertikale Position gedreht werden. Die die Rotation ermöglichende Verschiebbarkeit der Aufhängung bzw. der Trägerelemente bedingt eine besonders einfache, ruckfreie und beschädigungsfreie Montage.

10 Bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass sich die Aufnahmevorrichtung der Hubvorrichtung aus mindestens zwei Halbschalen zusammensetzt. Das bringt den Vorteil, dass die Hubvorrichtung relativ einfach am Rotorblattbereich einer bereits installierten oder zu installierenden Anlage montiert und auch wieder demontiert werden kann. Auch ist die Hubvorrichtung so auch an
15 unterschiedlichen Anlagentypen einsetzbar. Am Rotor selbst sind deshalb keine konstruktiven Eingriffe notwendig, um für den notwendigen Halt und die Festigkeit der Hubvorrichtung zu sorgen. Das Zusammenführen der Halbschalen kann beispielweise über eine clipartige Verbindung erfolgen, die über Steck- und / oder Schraubsätze realisiert wird. Ebenso denkbar wären form- und / oder kraftschlüssige
20 Verbindungen aller Art, die die Halbschalen zusammenhalten.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, dass das Führungsmittel der Hubvorrichtung eine Führungsebene mit einem daran anmontierten Gleitschlitten besitzt, wobei der Gleitschlitten in mindestens einem Freiheitsgrad entlang der Führungsebene eingeschränkt bewegbar ist. Die Führungsebene kann dabei als
25 schienenförmige Laufbahn ausgebildet sein, die an einer Halbschale aufmontiert ist. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass sich der Rotor während des Hebevorganges selbsttätig in eine für die Montage an das Turbinengehäuse optimale Ausgangslage bringen kann und entsprechend ausgerichtet ist, so dass auch unkontrollierte und

abrupte Drehbewegungen, ausgelöst durch Windböen, kaum auftreten oder keine oder nur minimale Auswirkung auf die montagegerechte Lageausrichtung des Rotors haben.

Der bewegliche Gleitschlitten besitzt dabei ein entsprechend ausgebildetes
5 Trägerelement, das die Seilträger aufnimmt und befestigt. Auf diese Weise sind die Seilträger bewegungsflexibel und können relative Bewegungen zueinander ausführen, die möglicherweise auftretende ruckartige Drehbewegungen ausgleichen und ausbalancieren, so dass der angehobene Rotor in seiner optimalen Montageposition bleibt oder sich sofort wieder entsprechend danach ausrichten kann.

10 In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist vorgesehen, dass die Führungsebene ein Stoppelement aufweist, das die Bewegungsfreiheit des Gleitschlittens begrenzt. Das an der Führungsebene anbringbare Stoppelement kann beispielsweise als einfacher Bolzen oder Klammerelement ausgebildet sein. Dabei wirkt das Stoppelement als Bremselement
15 der Bewegung des Gleitschlittens entlang der Führungsebene entgegen. Dies ist von Vorteil, um entsprechend der Größe der Windenergieanlage und der anzuhebenden Rotoren möglicherweise unerwünscht auftretende Drehmomentbewegungen zu verhindern, die ein Ausrichten des Rotors bei der Montage erschweren würden.

Es ist darüber hinaus von Vorteil, dass das Stoppelement an jeder beliebigen Position
20 der Führungsebene als Begrenzungsmittel angebracht werden kann. Dazu kann die Führungsebene entsprechend ausgebildet sein. Denkbar wäre es beispielsweise Bohrungen in einem bestimmten Abstand von einander in der Führungsebene vorzusehen, so dass ein bolzenartiges Element oder ein Stecker eingeführt werden kann. Möglicherweise kann die Führungsebene auch Einkerbungen oder Rillen
25 aufweisen, die einem Begrenzungsmittel, das als klammer- oder clipartiges Element ausgebildet ist, den notwendigen zusätzlichen Halt verleihen. Das Stoppelement kann dabei derart an der Führungsschiene angeordnet sein, dass der Rotor sich in der für die Montage notwendigen Position befindet, wenn der Gleitschlitten an dem

Stoppelement anliegt. Je nach Ausrichtung der Rotorwelle muss der Rotor entsprechend ausgerichtet sein, um an den Rotorflansch anmontiert werden zu können. Gängiger Weise ist die Achse der Rotorwelle um ca. 4° Grad gegenüber einer horizontalen Ebene geneigt. Zur Montage muss also die Achse der Nabe
5 ebenfalls um 4° Grad geneigt sein. Indem im Verhältnis zum Schwerpunkt des gesamten Rotors die Aufnahmevorrichtungen derart an die Blattwurzelbereiche angebracht sind, und die Stoppelemente derart an den Führungsschienen vorgesehen sind, so dass die Rotorachse des Rotors mit der Achse der Rotorwelle von sich aus fluchten kann, ist die Montage wesentlich vereinfacht. Im Stand der
10 Technik ist diese Angleichung nur mittels der händischen Austarierung zweier Kräne möglich.

Eine weitere Ausführung der Erfindung offenbart, die Schiene bzw. die Führungsebene der Schiene mit konstantem Radius zum Schwerpunkt des Rotors auszubilden. Dadurch wird erreicht, dass in jeder Position des Gleitschlittens auf der
15 Schiene der Rotor austariert und ohne Neigung zum Kippen an der Hubvorrichtung hängt. Die Schiene ist vorzugsweise dabei als Kreis um eine Kipp- oder Nickachse ausgebildet.

Für die erfindungsgemäße Lösung kann es außerdem vorteilhaft sein, wenn jede der Halbschalen der Aufnahmevorrichtung eine der Blattwurzel zugewandte Unterseite
20 besitzt und dass eine elastische Schicht, die auch direkt an der Unterseite der Halbschalen aufgebracht sein kann, die Oberfläche des Rotors im Belastungsfall schützt. Abnutzung durch Abrieb und Reibung lassen sich auf diese Weise verhindern oder zumindest minimieren. Ebenso sorgt eine gummielastische Schicht jedoch auch für den notwendigen Halt während des Hebevorganges des Rotors
25 insofern, als die Aufnahmevorrichtung nur sehr schwer verrutschen und so kein störendes Drehmoment des Rotors verursacht wird, welches unter Umständen eine unvorteilhafte Änderung der Montageposition des Rotors zur Folge hätte.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Hubvorrichtung anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

5 Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Erfindung einer Hubvorrichtung für einen Rotor in einer ersten im Wesentlichen horizontalen Position,

Fig. 2 einen Detailausschnitt einer Aufnahmevorrichtung nach Fig. 1, die an einem Wurzelbereich eines Rotorblatts der Windturbine befestigt ist,

Fig. 3 eine weitere Ansicht der Hubvorrichtung nach Fig. 1, wobei der Rotor in einer Rotor in einer zweiten im Wesentlichen vertikalen Position ist, und

10 Fig. 4 einen prinzipiellen Aufbau einer Windturbine.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer Hubvorrichtung für einen Rotor 2. Der Rotor 2, der in Fig. 1 an der Hubvorrichtung 1 montiert ist, ist integraler Bestandteil einer hier nicht dargestellten Windturbine 3 und besteht aus einer Turbinennabe 4
15 und in der Fig. 1 angedeuteten Rotorblättern 5. Der Rotor 2 wird am Installationsort mit der Hubvorrichtung 1 angehoben, um an einen hier nicht dargestellten Flansch einer Rotorwelle eines Turbinengehäuses montiert zu werden. Die Hubvorrichtung 1 umfasst Aufnahmevorrichtung 6, die an jeweils einem Blattwurzelbereich 7 des Rotors 2 befestigt sind. Die Aufnahmevorrichtungen 6 setzen sich aus zwei
20 Halbschalen 12 und 13 zusammen, die durch ein Verbindungselement 17 zusammengehalten werden. Mindestens eine Halbschale 12 oder 13 einer jeden Aufnahmevorrichtung 6 verfügt über ein dort angebrachtes Führungsmittel 8, das wiederum ein Trägerelement 9 zur Aufnahme und Befestigung von Seilträgern 10 aufweist. Das Trägerelement 9 steht dabei derart bewegungsflexibel mit dem
25 Führungsmittel 8 in Verbindung, dass der Rotor 2 vor dem Aufmontieren an einer nicht in der Figur dargestellten Rotorwelle 11 der Windturbine 3 montagegerecht

ausgerichtet ist. Um eine ausreichende Bewegungsvermögen des Trägerelements 9 zu gewährleisten, ist auf dem Führungsmittel 8 eine Führungsebene 14 montiert, die als Schiene oder Laufleiste ausgebildet ist. Auf der Führungsebene 14 wiederum sitzt ein Gleitschlitten 15, der entlang der Führungsebene – und sofern es die Anlage
5 erfordert - eingeschränkt bewegbar ist. An dem Gleitschlitten 15 ist das Trägerelement 9 montiert, das als Aufnahme- und Befestigungsmittel für Seilträger 10 des nicht dargestellten Hebeapparates fungiert. Die Halbschalen 12 und 13 besitzen jeweils Unterseiten 18, die mit einer elastischen, insbesondere gummiartigen, Schicht versehen sein können. Diese Schicht schützt einerseits die Oberfläche des
10 Blattwurzelbereiches vor Abrieb oder sonstigen Zerstörungen bei Belastung. Andererseits kann sie für eine ausreichende Festigkeit sorgen, die Halbschalen 12 und 13 bewegungsfest an den Blattwurzelbereich zu halten. Die Führungsebene 14 bzw. Schiene einer Halbschale 12 oder 13 verfügt darüber hinaus über ein Stoppelement 16, das die Bewegungsfreiheit des Gleitschlittens 15 begrenzt. Das
15 Stoppelement 16 ist in der dargestellten Ausführungsform als stiftartiger Bolzen ausgebildet, der an der Führungsebene 14 angebracht ist. Die Führungsebene 14 kann dabei so ausgebildet sein, dass das Stoppelement 16 an jeder beliebigen Position gesetzt werden kann, um das Maß der Bewegungsfreiheit des Gleitschlittens 15 nach Bedarf einschränken zu können.

20 In Fig. 1 ist der Rotor 2 in einer im Wesentlichen horizontalen Position gezeigt und hängt an dem Seil 10. So liegt der vormontierte Rotor der Windturbine, also Nabe und daran befestigte Rotorblätter, auf dem Boden, wobei die Fläche dem Boden zugewandt ist, welche im montierten Zustand dem Maschinenhaus der Windturbine zugewandt ist. Wird der Rotor 2 mittels des Seils 10 angehoben, so beginnt sich der
25 gesamte Rotor 2 zu drehen, da die Seile 10 nicht in der Schwerpunktslinie des Rotors verlaufen. Allein die Spitze des Rotorblattes, welche nicht mit Hubvorrichtung 1 versehen ist, wird nicht gehoben. Um dieses nicht auf dem Boden schleifen zu lassen, kann ein kleinerer Kran diese ebenfalls anheben, und somit Beschädigungen der Blattspitze vermeiden.

Je höher die Hubvorrichtung gehoben wird, umso stärker wird sich der Rotor auf Grund der Exzentrizität des Schwerpunkts von den Seilen 10 drehen, wobei die Gleitschlitten 15 langsam an den Schienen gemäß der Verschieberichtung 21 verschoben werden. Sobald der gesamte Rotor 2 höher als eine Rotorblattlänge gehoben ist, so berührt nun auch das dritte Rotorblatt nicht mehr den Boden bzw. muss nicht mehr von einem Kran unterstützt werden. Dieser nun im Wesentlichen vertikal ausgerichtete Rotor ist in Fig. 3 dargestellt. Die Gleitschlitten liegen nun an den Stoppelementen 20 an und liegen in der Schwerlinie bzw. -ebene des Rotors 2.

Fig. 2 zeigt einen Detailausschnitt einer Aufnahmevorrichtung nach Fig. 1, die an einem Rotorblattbereich einer Turbinennabe befestigt ist. Fig. 2 entspricht dabei im Prinzip der Fig. 1. In Fig. 2 ist jedoch das Begrenzungsstoppelement 16 als stiftförmiger Bolzen deutlicher dargestellt, das die Bewegung des Gleitschlittens 15 auf der Führungsebene 14 beschränkt.

Fig. 4 zeigt beispielhaft einen prinzipiellen Aufbau einer Windturbinenanlage. Die Windturbinenanlage 3 besitzt dabei einen Rotor 2, bestehend aus einer Turbinennabe 4 und Rotorblättern 5 und einem Turmsockel mit einem Fundament 19.

Bezugszeichenliste

1	Hubvorrichtung	12	Erste Halbschale
2	Rotor	13	Zweite Halbschale
3	Windturbinenanlage	14	Führungsebene
4	Turbinennabe	15	Gleitschlitten
5	Rotorblatt	16	Stoppelement
6	Aufnahmevorrichtung	17	Verbindungselement
7	Blattwurzelbereich	18	Unterseite der Aufnahmevorrichtung
8	Führungselement	19	Turmsockel mit Fundament
9	Trägerelement	20	Stoppelement
10	Seilträger	21	Verschieberichtung
11	Rotorwelle		

Patentansprüche

1. Hubvorrichtung (1) für einen Rotor (2) einer Windturbine (3), welcher sich aus mindestens einer Turbinennabe (4) und zwei daran befestigten Rotorblättern (5) zusammensetzt, und die Hubvorrichtung (1) mindestens zwei an einem Blattwurzelbereich (7) des Rotors (2) anbringbare Aufnahmevorrichtungen (6) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Aufnahmevorrichtung (6) fest aber lösbar mit dem Blattwurzelbereich (7) verbindbar ist,
 - an der Aufnahmevorrichtung (6) Führungsmittel (8) und mindestens ein Trägerelement (9) zur Aufnahme und Befestigung von Seilträgern (10) angeordnet sind,
 - wobei das Trägerelement (9) verschiebbar an den Führungsmitteln (8) gelagert ist.
2. Hubvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Aufnahmevorrichtung (6) aus mindestens zwei Halbschalen (12,13) zusammensetzt, welche den Blattwurzelbereich (7) im montierten Zustand fest umschließen.
3. Hubvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Führungsmittel (8) eine Führungsebene (14) mit einem daran anmontierten Gleitschlitten (15) besitzt, wobei der Gleitschlitten (15) in mindestens einem Freiheitsgrad entlang der Führungsebene (14) eingeschränkt bewegbar ist.
4. Hubvorrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gleitschlitten (15) das Trägerelement (9) zur Aufnahme und Befestigung von Seilträgern (10) aufnimmt.
5. Hubvorrichtung (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsebene (14) ein Stoppelement (16) aufweist, das die Bewegungsfreiheit des Gleitschlittens (15) begrenzt.

6. Hubvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsebene (14) derart ausgebildet ist, dass das Stoppelement (16) an jeder beliebigen Position der Führungsebene (14) als Begrenzungsmittel angebracht werden kann.
7. Hubvorrichtung (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stoppelement (16) derart an einer Position der Führungsebene (14) als Begrenzungsmittel angebracht ist, dass der Rotor (2) vor dem Aufmontieren an einen Flansch einer Rotorwelle der Windturbine montagegerecht ausgerichtet ist.
8. Hubvorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet, dass** die Halbschalen (12,13) der Aufnahmevorrichtung (6) durch eine form- und / oder kraftschlüssige Verbindung über ein Verbindungselement (17) zusammengehalten werden.
9. Hubvorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmevorrichtung (6) eine dem Blattwurzelbereich zugewandte Unterseite (18) aufweist, worauf eine elastische Schichtaufgebracht ist, um die Oberfläche des Rotorblatts (5) im Belastungsfall zu schützen.

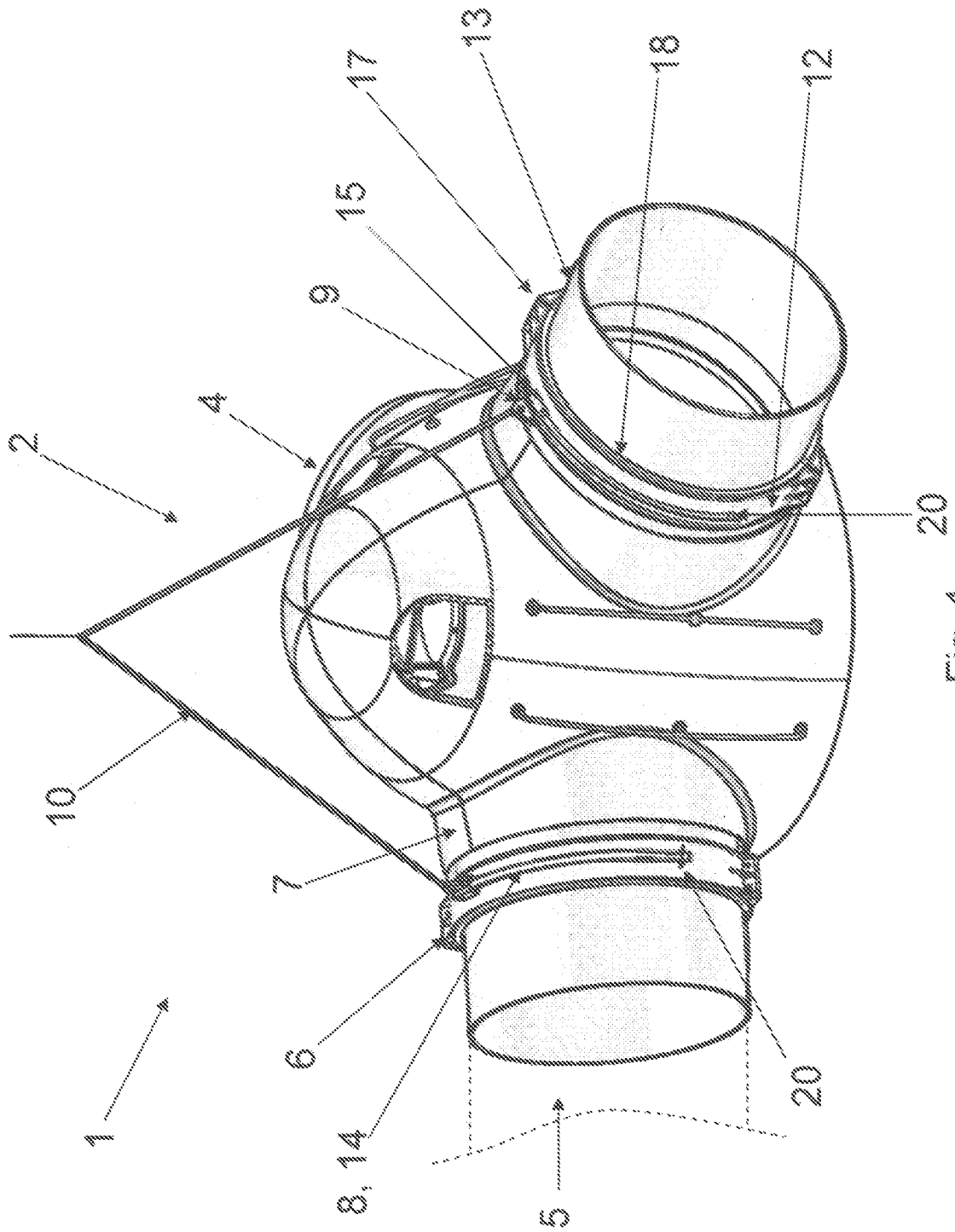


Fig. 1

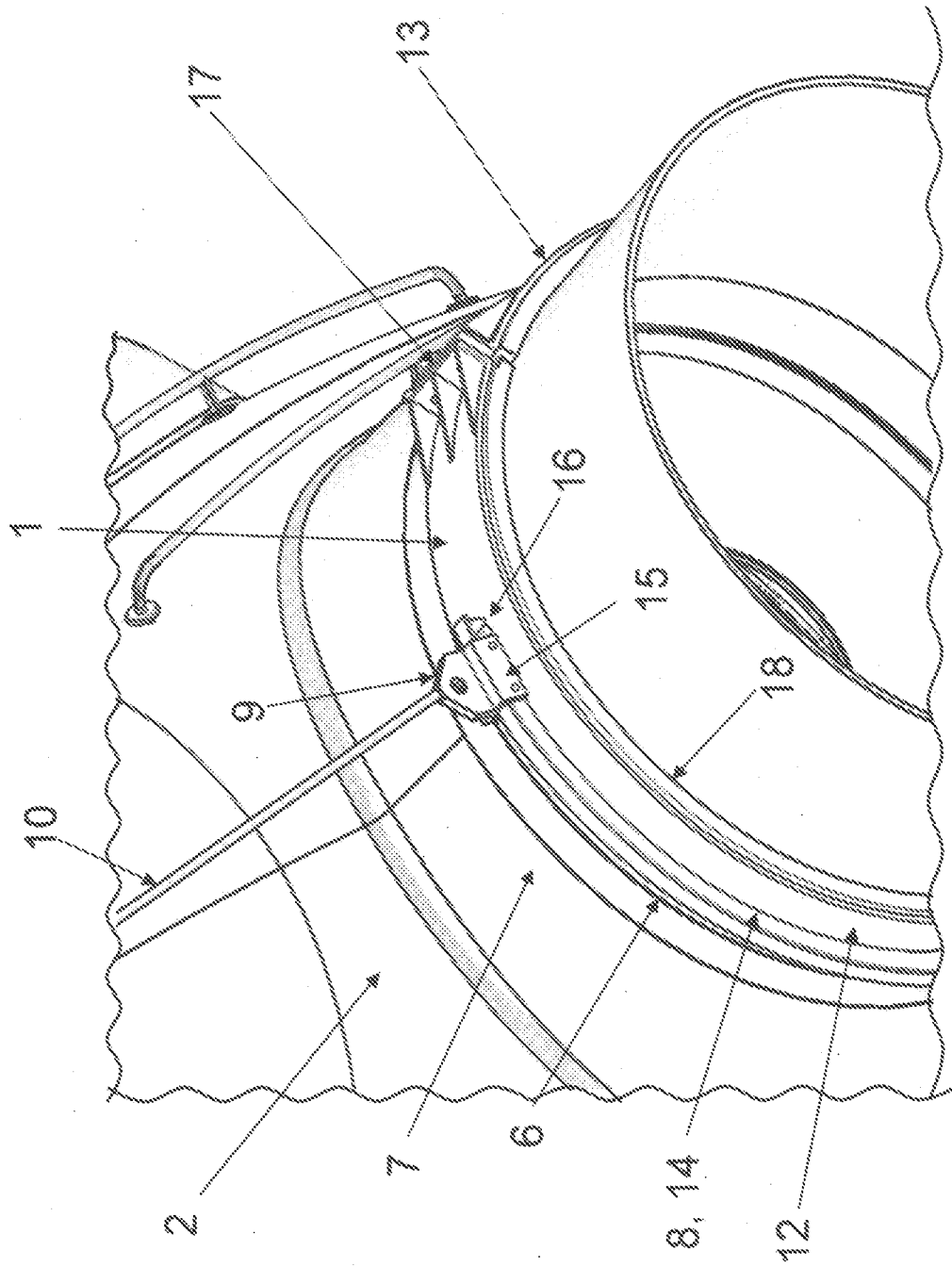
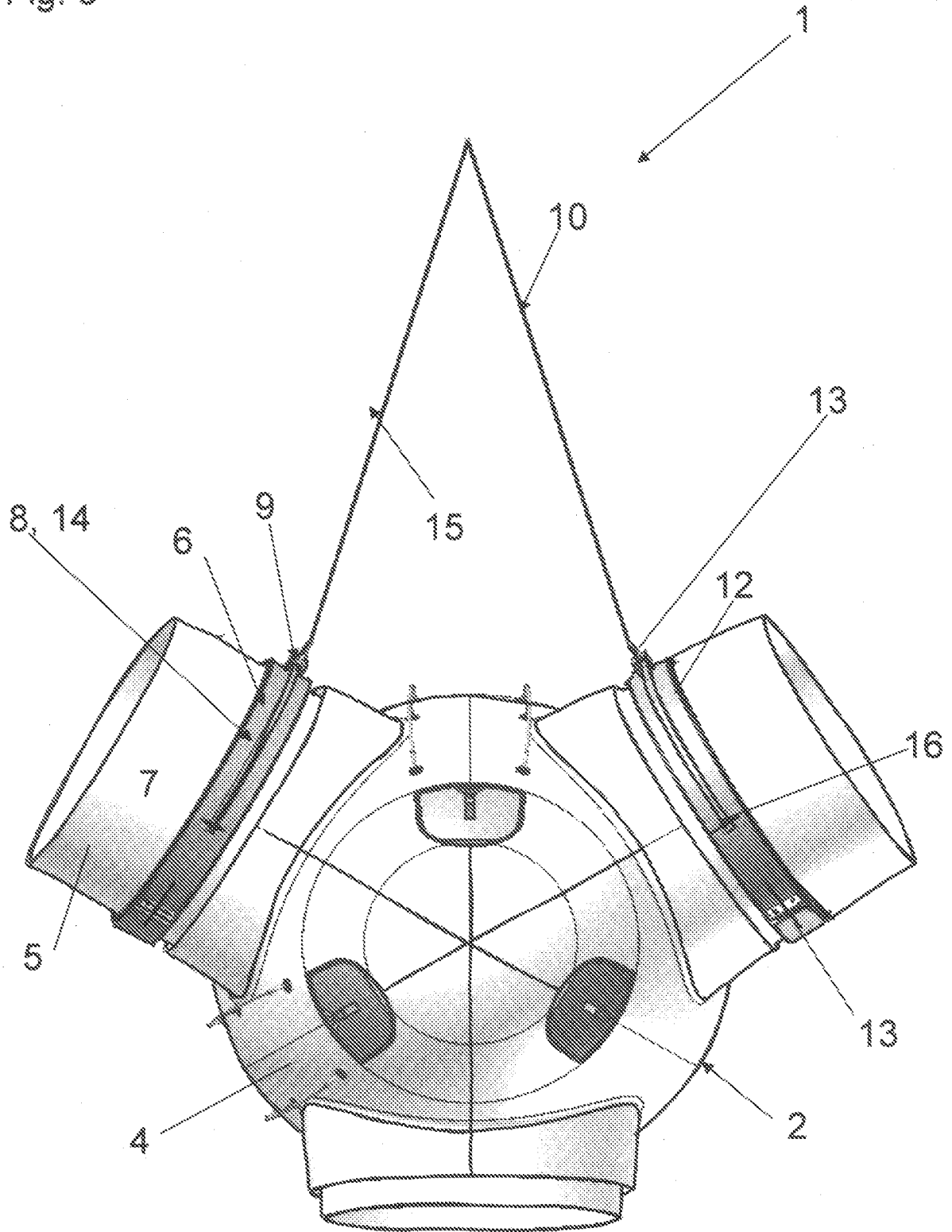


Fig. 2

Fig. 3



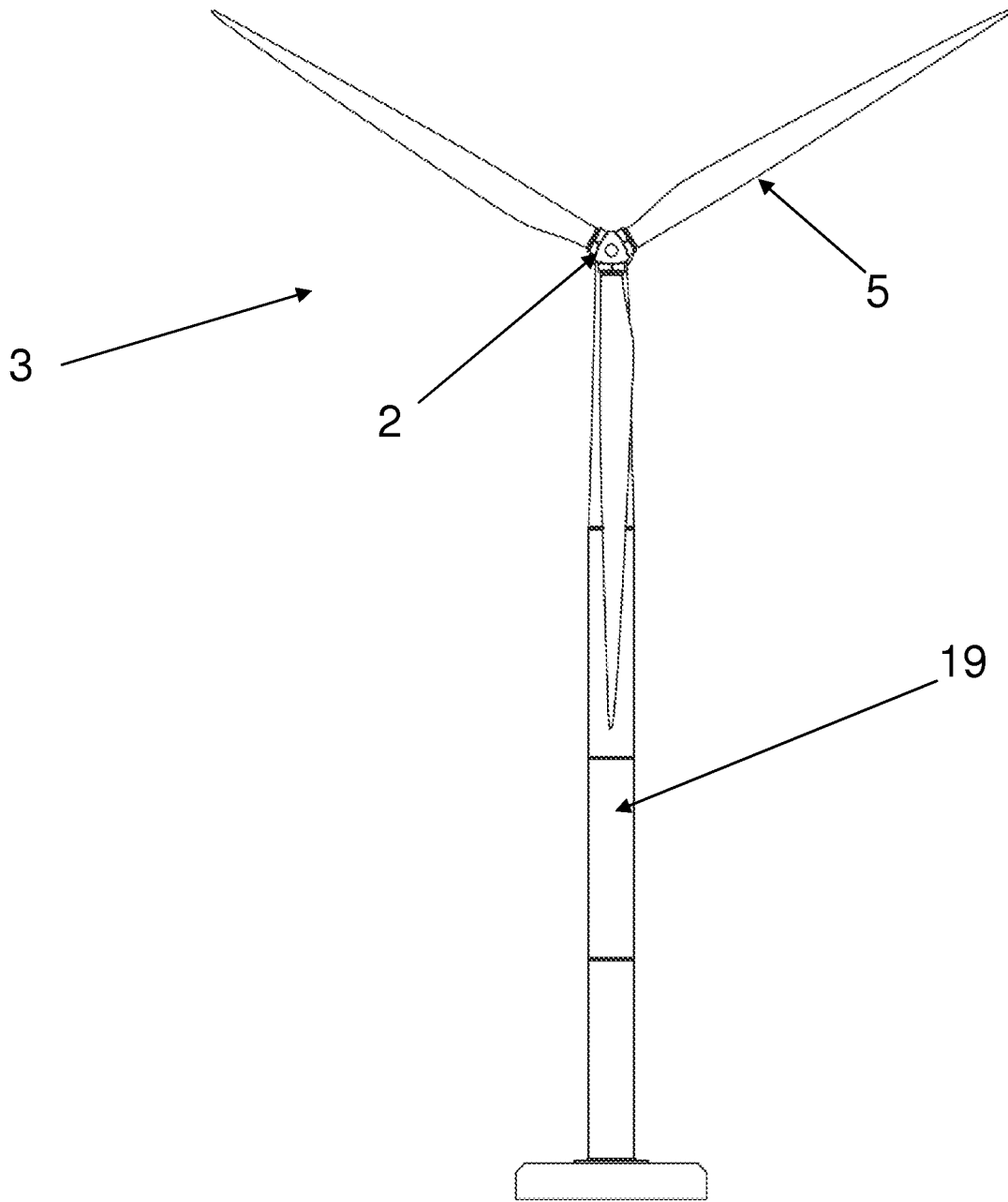


Fig. 4