

(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
2. Dezember 2010 (02.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/136026 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F03D 1/00 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/DE2010/000634
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
28. Mai 2010 (28.05.2010)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2009 024 321.6 29. Mai 2009 (29.05.2009) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** **EBF DRESDEN GMBH** [DE/DE]; Forschung, Technik, Erprobung, Clara-Zetkin-Str. 31, 01159 Dresden (DE). **MESA METALL-STAHLBAU GMBH** [DE/DE]; Schmiedestr. 7, 19217 Carlow (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** **BEER, Rainer** [DE/DE]; Käthe-Kollwitz-Ufer 19, 01307 Dresden (DE). **HUCKE, Klaus** [DE/DE]; Pohlandstr. 21, 01309 Dresden (DE).
- (74) **Anwalt:** **KAILUWEIT & UHLEMANN;** Bamberger Straße 49, 01187 Dresden (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, 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, 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).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** DEVICE FOR INSPECTION AND MAINTENANCE WORK ON ROTOR BLADES AND/OR THE TOWER SURFACE OF LARGE WIND POWER PLANTS, PARTICULARLY OFF-SHORE PLANTS

(54) **Bezeichnung :** VORRICHTUNG FÜR INSPEKTIONS- UND WARTUNGSARBEITEN AN ROTORBLÄTTERN UND/ODER DER TURMOBERFLÄCHE GROSSER WINDKRAFTANLAGEN, INSBESONDERE OFF-SHORE-ANLAGEN

(57) **Abstract:** The invention relates to a device for inspection and maintenance work on rotor blades and/or the tower surface of large wind power plants, particularly off-shore plants. The device comprises a guide and lift unit having at least two rings for the fixation to and for the vertical movement along the tower. Distributed over the circumference of the rings, said rings comprise at least four, or more, telescoping cross members having active units. The cross members can be telescoped in the direction of the axis of the wind power plant tower, wherein the drive units move the cross members and press them against the surface of the tower for fixation. The device further comprises a freely projecting multi-member articulated arm, which is fastened to the guide and lift unit by way of a joint. The members of the articulated arm are moved relative to each and stabilized by drive elements. At the outer end, the multi-member articulated arm preferably comprises a workman's basket and/or a connecting unit for technical equipment for inspection or cleaning.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern und/oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen. Die Vorrichtung weist eine Führungs- und Hubeinheit mit mindestens zwei Ringen zur Fixierung am und zur vertikalen Bewegung entlang des Turmes auf. Auf dem Umfang der Ringe verteilt weisen diese jeweils mindestens vier oder mehr teleskopierbare Traversen mit Aktiveinheiten auf. Die Traversen sind in Richtung der Achse des Windkraftanlagenturmes teleskopierbar, wobei die Antriebseinheiten die Traversen bewegen und zur Fixierung an die Oberfläche des Turmes anpressen. Weiterhin weist die Vorrichtung einen frei auskragenden, mehrgliedrigen Gelenkausleger auf, der über ein Gelenk an der Führungs- und Hubeinheit befestigt ist. Die Glieder des Gelenkauslegers werden durch Antriebselemente zueinander bewegt und stabilisiert. Bevorzugt weist der mehrgliedrigen Gelenkausleger an seinem äußeren Ende einen Arbeitskorb und/oder eine Anschlusseinheit für technische Geräte zur Inspektion oder Reinigung auf.

WO 2010/136026 A2

Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen.

Aufgrund von Verschleiß, Ermüdung oder möglichen Schäden, beispielsweise durch kollidierende Vögel, müssen die Rotorblätter, aber auch die Oberfläche des Anlagenturmes von Windkraftanlagen regelmäßig kontrolliert und gewartet werden. Auch wird eine regelmäßige Reinigung der Rotorblätter häufig gewünscht. Dies stellt insbesondere an Off-Shore-Windkraftanlagen aufgrund der Größe und der Umweltbedingungen, z.B. Wind und Wellengang, auf See ein Problem dar.

So weisen große Anlagen eine Turmhöhe von ca. 100 m oder mehr auf, wobei die unteren 80 m zylindrisch mit einem Durchmesser von 4,30 m ausgebildet sind, um die Turmteile zur Montage auf Straßen transportieren zu können. Die oberen 20 m sind konisch ausgeführt und verjüngen sich auf einen Durchmesser von ca. 2,80 m. Off-Shore- Anlagen weisen regelmäßig sogar größere Abmaße auf.

Die Rotorblätter der Anlagen sind zum Ausgleich von Biegungen aufgrund der Windlast nach vorn gebogen, so dass in Pitch- Stellung am äußersten Punkt des Rotorblattes Abstände von 8-9 m vom Turm zur Rotorblattspitze zu überwinden sind.

Zur Inspektion und Wartung von Rotorblättern bzw. der Turmoberfläche von Windkraftanlagen gibt es eine Anzahl von Systemen, die das Rotorblatt voll oder teilweise umschließen und an Hubseilen vertikal bewegt werden, die am Maschinenhaus befestigt sind. Die Führung der Bühne erfolgt dabei am Rotorblatt mittels Rollen oder Gleitstücke und teilweise am Turm durch frei bewegliche Rollen, die gleichzeitig beim frei hängenden Aufstieg vom Boden bis zum Rotorkreis als Abstandshalter dienen.

Eine Art der Aufhängung erfolgt mit mindestens drei Seilen in stabilem Gleichgewicht an der Nabe des Rotors und am Turm. Dazu müssen bei der Montage die Seile von der Rotornabe frei hängend herabgelassen werden, um sie am Boden in die Seilklettergeräte der Bühnen einzuhängen. Nachteilig muss beim Wechsel des Rotorblattes die Bühne einschließlich Seilführung demontiert und umgesetzt werden, da sonst die Seile mit dem Rotorblatt kollidieren.

Alternativ erfolgt die Aufhängung der Seile an der drehbaren Gondel im indifferenten Gleichgewicht mit manuell oder automatisch regelbarem Lastausgleich.

Allen diesen Lösungen ist gemeinsam, dass die Bühnen aus festen und beweglichen Flächenteilen bestehen, die sich über die gesamte Kontur des Rotorblattes erstrecken müssen und damit eine große Fläche erfordern. Die in WO 03/048569 A2 und DE 4339638 A1 offenbarten Lösungen überbrücken den Abstand zum Turm ebenfalls mit festen, durchgehenden Konstruktionsteilen, die jedoch länger als 8 m sein müssten, um an der Rotorblattspitze arbeiten zu können. Diese große Fläche erzeugt bereits bei leichtem Wind hohe Winddrücke, so dass in der Realität bereits bei geringen Windgeschwindigkeiten ein Einfahren am Rotorblatt unmöglich ist oder eine hohe

Unfallgefahr besteht. Außerdem verlangen diese Systeme wegen ihrer Aufhängung eine Quer- oder Längsorientierung des Rotorblattes zur Achse des Maschinenhauses, so dass ein universeller Einsatz für Pitch- oder Stallgeregelte Anlagen nicht möglich ist.

In DE 43 39 638 A 1 ist eine Wartungsbühne beschrieben, die ebenfalls das Rotorblatt durch gerade Arbeitsstege einschließt und über Hubseile, die an der Gondel befestigt sind, gehoben wird. Das Kippmoment des Korbes wird nicht durch Ausgleichsseile oder-verschiebbare Massen kompensiert, sondern durch einen einseitigen, am Turm vertikal beweglichen Führungswagen und eine einzelne, einseitig offene Klemmzange, die den Turm umschließt und die Differenzen im Durchmesser über die Länge des Rotorblattes ausgleichen soll. Da diese Lösung nicht näher beschrieben ist, ist die Kompensation von ca. 2 m Durchmesserdiffferenz des Turmes sowie die Realisierung der notwendigen Schließkraft in der dargestellten Anordnung und die Funktion der Rollen quer zur Krafrichtung, insbesondere beim Klettern, technisch ungelöst.

Für Off- Shore- Anlagen mit Turmhöhen von 100 m und mehr ist eine seilgestützte Lösung nicht einsetzbar, da die frei herabhängenden Seile durch den Wind abgetrieben werden und auf der Plattform die Enden kaum erreichbar sind.

In WO 03/048569 A2 wird eine unbemannte Einrichtung zur Ausführung von Reinigungsarbeiten beschrieben, die u.a. am Turm an Schienen fest geführt ist. Nach der Beschreibung ist dieses Wartungsgerät mit einem festen Verbindungsstück mit dem Turm verbunden, das dem vertikalen Vortrieb dient, während die Reinigungseinrichtung das Rotorblatt umhüllt und ebenfalls von diesem geführt wird.

Eine in DE 199 09 698 A 1 beschriebene Lösung beinhaltet ein bodengestütztes System, ähnlich einem Hubsteiger, an dessen klappbarem Mast eine Kabine befestigt ist, die das Rotorblatt umhüllt und durch dieses geführt wird. Nachteilig sind die hohe Windempfindlichkeit und die hohen Fahrgestell- und Aufbaumassen. Für Off- Shore Anlagen ist der Einsatz einer derartigen Lösung mit einer zudem geschlossenen, großflächigen und schweren Kabine auf der begrenzten Plattformfläche nicht praktikabel.

Eine in DE 10 2005 053 782 A 1 beschriebene Lösung besteht aus tangential angeordneten, spann- und verschiebbaren Traversen, die zusammen mit einem Hubmechanismus eine kletterfähige Vorrichtung zur Durchführung von Arbeiten an hohen schlanken Bauwerken bilden. Nachteil dieses Systems ist der komplette Systemausfall bei Versagen eines in den Ecken befindlichen Anpresselementes. In diesem Fall muss die gesamte Bühne mit Kran demontiert werden. Die nicht näher beschriebene ausfahrbare Arbeitsbühne kann die Rotorblätter nur punktuell erreichbar machen.

Die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen, vorzuschlagen, die einfach aufgebaut und kostengünstig ist, und eine sichere Befahrung der Windkraftanlage auch bei schlechten Umweltbedingungen, wie z.B. starker Wind oder Regen, ermöglicht, wobei eine Führung am Rotorblatt wegen der Gefahr von Beschädigungen nicht gewünscht ist. Nicht zuletzt soll die vorzuschlagende Vorrichtung flexibel an verschiedenen Typen von Windkraftanlagen, insbesondere unterschiedlichen Turmgrößen und -

querschnittsflächen einsetzbar sein, wobei mittels der Vorrichtung jeder Punkt am Rotorblatt erreichbar sein soll.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 8. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen, weist eine Führungs- und Hubeinheit zur Fixierung am und zur vertikalen Bewegung entlang des Turmes auf. Die Führungs- und Hubeinheit hat mindestens zwei Ringe, die den Turm umschließen. Auf dem Umfang der Ringe verteilt weisen diese jeweils mindestens vier oder mehr teleskopierbare Traversen mit Aktiveinheiten auf. Die Anzahl der Traversen richtet sich nach der Betriebslast und dem Einsatzziel. Die Traversen sind in Richtung der Achse des Windkraftanlagenturmes teleskopierbar, wobei die Antriebseinheiten die Traversen bewegen und zur Fixierung an die Oberfläche des Turmes anpressen. Die statische Auslegung erfolgt so, dass bei Ausfall einer Antriebseinheit die Reibkraft der verbleibenden noch für einen Abkletterbetrieb ausreicht. Durch die Teleskopierbarkeit wird zudem die Konizität des Turmes ausgeglichen, auch können unterschiedlichste Turmquerschnitte befahren werden. Vorteilhaft weisen die Traversen zusätzlich eine Sensorik und Sicherheitstechnik zur Kontrolle des Anpressvorganges auf.

Die Ringe sind untereinander durch Hubgeräte verbunden. Durch wechselweises Verspannen und Heben erfolgt der Klettervorgang, wobei stets ein Ring den festen Halt am Turm gewährleistet. Durch die radial angeordneten Teleskoptraversen erfolgt gleichzeitig eine Zentrierung am Turm. Nach dem Anpressen der Teleskoptraversen und Erreichen der erforderlichen Haltekraft eines Ringes werden durch eine Sicherheitssteuerung die Teleskoptraversen des zweiten Ringes gelöst und die Hubgeräte je nach Bewegungsrichtung aus- oder eingefahren.

Weiterhin weist die Vorrichtung einen frei auskragenden, mehrgliedrigen Gelenkausleger auf, der über ein Gelenk an der Führungs- und Hubeinheit befestigt ist. Vorteilhaft weist dieser nur eine geringe Windangriffsfläche auf. Die Glieder des Gelenkauslegers werden durch Antriebselemente zueinander bewegt und stabilisiert. Zudem hat der Gelenkausleger eine, durch ein Antriebselement stabilisierte Anlenkung an die Hub- und Führungseinheit. Vorteilhaft hat der Gelenkausleger zudem eine geringe Masse, was die Hebelkräfte in der Anlenkung minimiert. Im Gegensatz zu bekannten Gelenkarmarbeitsbühnen gewährleistet die Kinematik des Gelenkauslegers eine horizontale Bewegungen des Arbeitskorbes, der durch Antriebselemente, wie zum Beispiel Hydraulikzylinder oder Spindelantriebe, die Profillinie des Rotorblattes unabhängig von dessen Stellung abfahren kann, ohne dass eine Führung durch das Rotorblatt erfolgen muss. Dies ist ein entscheidender Vorteil gegenüber bekannten, funktionell nur begrenzt gegeneinander schwenkbaren festen Bühnenflächen. Diese ermöglichen auf Grund ihrer Länge und Geometrie nur eine Annäherung an die Rotoroberfläche. Dies führt dazu, dass insbesondere in Pitch-Stellung des Rotorblattes der Bereich des „Knies“ (der breitesten Stelle des Rotorblattes) meist nicht überfahren kann.

Durch Zusammenfallen und Anlegen am Turm kann die Windangriffsfläche kurzfristig minimiert werden, so dass im Gegensatz zu seilgeführten Bühnenflächen bei Böen oder Turbulenzen gefährliche Situationen vermieden werden.

Die Verbindung allein zwischen den am Turm zu verspannenden, kletternden Ringen und der horizontal beweglichen Arbeitsbühne ermöglicht den Aufbau der Wartungseinrichtung ohne Verbindung zu Teilen des Maschinenhauses oder des Rotors und kann im abgesenkten und eingefalteten Zustand bei Off-shore-Anlagen als feste Installation auch während des Betriebes der Windkraftanlage am Turmfuß verbleiben.

Bevorzugt weist der obere Ring eine Arbeitsplattform auf, die Ausstiegspositionen zum Übertritt in Arbeitskörbe der Gelenkausleger aufweist. Auf der Arbeitsplattform kann Wartungspersonal vorteilhaft die gesamte Turmoberfläche untersuchen.

Bevorzugt weist der mehrgliedrigen Gelenkausleger an seinem äußeren Ende einen Arbeitskorb und/oder eine Anschlusseinheit für technische Geräte zur Inspektion oder Reinigung auf.

Weiterhin bevorzugt sind die Antriebe der teleskopierbaren Traversen elektrische oder hydraulische Linearantriebe.

Bevorzugt weisen die teleskopierbaren Traversen an ihren turmseitigen Enden Haftbeläge auf, um die Reibung zwischen Traverse und Turm zu erhöhen und so einen sicheren Halt zu gewährleisten. Diese sind bevorzugt spezielle Elastomere, z.B. Polyurethane oder spezielle Gummimischungen.

In einer bevorzugten Ausführung bestehen die Ringe der Hub- und Führungseinheit in ihrem Umfang aus formschlüssig miteinander verbundenen, lösbaren Segmenten. Diese Segmentierung der Ringe hat verschiedene Vorteile. So sind die Ringsegmente sehr gut transportabel. Zudem können die Ringe und damit die Vorrichtung an verschiedene Turmabmessungen und -geometrien angepasst werden, indem mehr oder größere Segmente für einen Ring vorgesehen werden und der Ring somit einen größeren Durchmesser umschließt. Weiterhin besteht die Möglichkeit zwischen den Segmenten Zusatzsegmente in Form von Verlängerungen oder keilförmige Flansche zur Winkeländerung einzubringen, was die Anpassungsfähigkeit weiter erhöht.

Bevorzugt sind die Segmente untereinander durch Bolzen und/oder Schraubflansche verbunden. Obenseitig weist der obere Ring bevorzugt eine Arbeitsplattform für Wartungspersonal, vorteilhaft mit einem Geländer auf. Das Wartungspersonal kann somit alle Punkte der Turmoberfläche und der Rotorblattoberfläche erreichen und somit alle Inspektions-, Wartungs- und Reinigungsarbeiten durchführen.

Weiterhin bevorzugt weist jedes Segment eine teleskopierbare Traverse mit einer Antriebseinheit auf. Durch diese Modulbauweise können mit baugleichen Modulen (ein Segment mit einer teleskopierbaren Traverse) Ringe für verschiedenste Türme auf einfache Art und Weise montiert werden. Zur Anpassung der Krümmung eines Ringes können dann z.B. keilförmig Zwischenstücke zwischen die Segmente eingesetzt werden. Vorteilhaft sind in den Segmenten Ringleitungen (elektrisch und/oder hydraulisch) zum Anschluss der Antriebseinheiten und deren Steuerung vorgesehen, die beim Zusammenbau der Segmente verbunden werden. Die Traversen können dabei fest in die Segmente integriert oder mit lösbaren Verbindungen an den Segmenten befestigt sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Segment eine Zugstange. Dies ist vorteilhaft, da durch die Verjüngung des Turmes im oberen Bereich bei manchen Anlagen nur sehr wenig Platz zwischen der Hub- und Führungseinheit und dem Rotorblatt im Kniebereich des Rotorblattes verbleibt.

Eine alternative Ausführung der Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen, weist ebenfalls eine Führungs- und Hubeinheit mit mindestens einem Ring auf, der mindestens vier teleskopierbare Traversen hat. Die teleskopierbaren Traversen haben an ihren turmseitigen Enden vertikal abrollende Führungsrollen. Zudem hat diese alternative Ausführung einen frei auskragenden, mehrgliedrigen Gelenkausleger, der über ein Gelenk an der Führungs- und Hubeinheit befestigt ist. Die Führungs- und Hubeinheit ist dabei über Seile, die mit dem Maschinenhaus der Windkraftanlage verbunden sind, vertikal beweglich.

In einer bevorzugten Ausführung weist die Vorrichtung eine Steuerungseinheit zur Steuerung der Antriebselemente der Traversen und des Gelenkauslegers und der Hubelemente auf. Weiterhin sind am äußeren Ende des Gelenkauslegers Inspektionstechnik und/oder eine Reinigungseinheit angeordnet und/ oder weitere Wartungstechnik, die ebenfalls durch die Steuerungseinheit angesteuert werden können. Dadurch wird eine automatische Reinigung bzw. Inspektion ohne Personal ermöglicht. Die Inspektionseinheit kann dabei beispielsweise eine digitale Kamera oder auch Ultraschall-, Radar- oder Röntgentechnik sein, die Aufnahmen der Oberfläche von der Turm-/ Rotorblattoberfläche speichert. In der Steuerungseinheit können auch Daten über die Oberflächengeometrie der Windkraftanlage gespeichert sein, die die Steuerungsanlage zur Steuerung der Bewegung der Vorrichtung heranzieht. Vorteilhaft ist mit der Steuerung eine Sensorik verbunden, die Umgebungsparameter wie beispielsweise Windstärke und -richtung übermittelt. Dadurch kann ein sicherer automatischer Betrieb gewährleistet werden. Aufgrund der geringen Kosten für eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann diese, insbesondere bei Off-Shore-Anlagen, dauerhaft am Turm verbleiben und eine regelmäßige Inspektion/ Reinigung automatisch durchführen, beispielsweise wenn eine Stromerzeugung aufgrund geringer Windstärke nur eingeschränkt möglich ist.

Weiterhin bevorzugt weist die Vorrichtung eine Sende/ Empfangseinheit zur Kommunikation mit einer weiteren Sende-/ Empfangseinheit auf. Dadurch besteht die Möglichkeit, im automatischen Betrieb aufgenommene Daten, beispielsweise Fotografien von Schadstellen, an eine Zentrale zu senden. Dortige Techniker haben anhand der Daten die Möglichkeit, den Schadensumfang einzuschätzen und die geeigneten Werkzeuge und Materialien für die spätere Reparatur auszuwählen. Auch kann bei größeren Schäden die Anlage zur Vermeidung einer Ausweitung die Anlage abgeschaltet und die Rotorblätter in Pitch-Stellung gebracht werden.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Figuren erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 die Seitenansicht einer Windkraftanlage mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 2 eine schematische Draufsicht von oben auf die Vorrichtung in Arbeitsstellung im unteren Bereich des Rotorblattes,

Figur 3 eine schematische Draufsicht von oben auf die Vorrichtung in Arbeitsstellung im oberen Bereich des Rotorblattes,

Figur 4 die Seitenansicht einer Hub- und Führungseinheit am Turm und

Figur 5 die Draufsicht einer Hub- und Führungseinheit am Turm.

Figur 1 zeigt die Seitenansicht einer Windkraftanlage mit einem Maschinenhaus 2, einem Turm 5 mit einer Turmachse 51 und einem Rotorblatt 1 in Pitch-Stellung. Weiterhin wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung in drei Positionen, nämlich einmal im Bereich der Rotorblattspitzen 81, einmal im Kniebereich des Rotorblattes 82 und einmal im Nabenbereich des Rotorblattes 83, gezeigt. Die erforderlichen unterschiedlichen Längen des Gelenkauslegers 3 sind dabei gut erkennbar, so ist der Abstand zwischen Vorrichtung 82 und dem Rotorblatt 1 im Kniebereich sehr gering, demgegenüber sind im Bereich der Spitze des Rotorblattes 1 ca. 8 m durch die Vorrichtung 81 zu überbrücken.

In Figur 2 zeigt eine Hub- und Führungseinheit 4 der bereits in Figur 1 gezeigten Vorrichtung, auf deren oberem Ring eine, ein Geländer aufweisende, Arbeitsplattform 6 angeordnet ist. Die Hub- und Führungseinheit 4 befindet sich um Bereich der Rotorblattspitze, wo das nicht näher dargestellte Rotorblatt eine Schnittfläche 14 aufweist. Dort muss durch Gelenkausleger 3 ein Abstand von ca. 8 m überbrückt werden. Die Gelenkausleger 3 bestehen aus einem äußeren Gelenkarm 32 und einem inneren Gelenkarm 31, die über ein Gelenk 36 verbunden sind. Der innere Gelenkarm 31 ist über ein weiteres Gelenk 35 mit der Hub- und Führungseinheit 4 verbunden. Am Ende des äußeren Gelenkarmes 32 ist ein Arbeitskorb 33 befestigt. Diese Befestigung kann ebenfalls gelenkig erfolgen. Die Arbeitsplattform 6 hat zwei Ausstiegspositionen 34 von denen aus Wartungspersonal auf die Arbeitskörbe 33 übertreten kann. Die inneren Gelenkarme 31 und die äußeren Gelenkarme 32 werden an ihren Gelenken 35 und 36 über Linearantriebe 37 bewegt.

Figur 3 zeigt die Draufsicht auf die Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten von Figur 1 und 2 auf Höhe des Nabenbereiches des Rotorblattes, wo dessen Schnittfläche 13 annähernd kreisförmig ausgebildet ist. Es sind zwei Gelenkausleger 3 über Gelenke 35 an der Führungs- und Hubeinheit befestigt, die es ermöglichen, die gesamte Schnittfläche 13 des Rotorblattes zu erreichen. Auf dem in der Figur 3 nicht ersichtlichen oberen Ring ist die Arbeitsplattform 6 angeordnet.

Figur 4 zeigt die Seitenansicht einer Hub- und Führungseinheit 4 am Turm 5. Unten befindet sich der untere Ring 41 und darüber, über Hubeinheiten 47 verbunden, der obere Ring 42. Darüber ist die Höhe des oberen Ringes 42 mit ausgefahrenen Hubeinheiten 47 eingezeichnet, wodurch sich die maximale Hubhöhe 48 ergibt.

Die Draufsicht auf die Hub- und Führungseinheit 4 in Figur 5 zeigt diese einmal im unteren Bereich des Turmes 5, wo dieser einen Durchmesser von 4,30 m aufweist und einmal im oberen Bereich des Turmes 5, wo dieser einen deutlich geringeren Durchmesser von 2,80 m hat. Durch die Teleskopierbarkeit der Traversen 45 kann dieser Unterschied im Durchmesser ausgeglichen werden und die Hub- und Führungseinheit ist in allen Bereichen des Turmes fest fixierbar.

Der obere Ring 42, ebenso wie der hier nicht sichtbare untere Ring, sind in Segmente unterteilt, die über Schraubflansche 44 miteinander verbunden sind. Im Bereich des Rotorblattes (das in Figur 5 nicht ersichtlich ist) besteht der Ring aus einer Zugstange 7. Dies ist aufgrund der geringen Dicke der Zugstange vor allem im Kniebereich (12 in Figur 1) relevant. Da der Durchmesser der Ringe 41 und 42 während der Befahrung nicht verringert werden kann, besteht im Kniebereich (wo der Turm 5 bereits verjüngt ist) das Problem, dass nur wenig Platz zwischen der Vorrichtung und dem Rotorblatt vorhanden ist. Dem kann durch die Verwendung einer Zugstange 7 durch deren geringe Dicke begegnet werden.

In einer alternativen Ausführungsform sind die Ringe modular aufgebaut. In Figur 5 sind zur Vereinfachung des Verständnisses weitere Segmentierungspunkte 441 verzeichnet, so dass sich ein Modul 9 ergibt. Die Module 9 sind sehr flexibel einsetzbar, da zwischen den Modulen 9 Verlängerungen, oder keilförmige Flansche zur Winkeländerung eingesetzt werden können. Die Modulbauweise ergibt somit vorteilhaft ein Baukastensystem, mit dem Hub- und Führungseinheiten für verschiedenste Turmabmessungen und –querschnittsflächen einfach hergestellt werden können.

Bezugszeichenliste:

- 1 Rotorblatt
- 12 Schnittfläche des Rotorblattes im Kniebereich
- 13 Schnittfläche des Rotorblattes im Nabenbereich
- 14 Schnittfläche des Rotorblattes im Bereich der Rotorblattspitze
- 2 Maschinenhaus der Windkraftanlage
- 3 Gelenkausleger
- 31 Gelenkarm
- 32 äußerer Gelenkarm
- 33 Arbeitskorb
- 34 Ausstiegsposition
- 35 Gelenk
- 36 Gelenk
- 37 Linearantrieb
- 4 Hub- und Führungseinheit
- 41 unterer Ring
- 42 oberer Ring
- 43 Bolzenverbindung
- 44 Verbindung mittels Schraubflansch
- 441 Segmentierungspunkt
- 45 teleskopierbare Traverse
- 46 Kontaktfläche mit Haftbelägen
- 47 Hubeinheit
- 48 Hubhöhe
- 49 Segment
- 5 Turm
- 51 Achse des Turmes
- 6 Arbeitsplattform
- 7 Zugstange
- 81 Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten auf Höhe der Rotorblattspitze
- 82 Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten Kniebereiches des Rotorblattes
- 83 Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten Nabenbereiches des Rotorblattes
- 9 Modul

Patentansprüche:

1. Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern (1) und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen, aufweisend eine Führungs- und Hubeinheit (4) mit mindestens zwei Ringen (41, 42), die jeweils mindestens vier oder mehr teleskopierbare Traversen (45) mit Antriebseinheiten (37) haben und in ihrem Umfang aus lösbaren Segmenten (49) bestehen, die am Umfang jedes Ringes (41, 42) radial zur Turmachse (51) angeordnet sind, wobei die Ringe (41, 42) untereinander durch Hubgeräte (47) verbunden sind, und mindestens einen frei auskragenden, mehrgliedrigen Gelenkausleger (3) aufweisen, der über ein Gelenk (35) an der Führungs- und Hubeinheit (4) befestigt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (49) der Ringe (41,42) Module (9) sind, wobei jedes Modul (9) eine teleskopierbare Traverse (45) aufweist.
3. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der/ die mehrgliedrigen Gelenkausleger (3) an seinem/ ihren äußeren Ende(n) einen Arbeitskorb (33) und/ oder eine Anschlusseinheit für technische Geräte zur Inspektion oder Reinigung aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheiten (37) der teleskopierbaren Traversen (45) elektrische oder hydraulische Linearantriebe sind.
5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die teleskopierbaren Traversen (45) an ihren turmseitigen Enden Haftbeläge (46) aufweisen.
6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Segment (49) als Zugstange (7) ausgebildet ist.
7. Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern (1) und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen, aufweisend eine Führungs- und Hubeinheit (4) mit mindestens einem Ring (41), der mindestens vier teleskopierbare Traversen (45) hat, wobei die teleskopierbaren Traversen (45) an ihren turmseitigen Enden vertikal abrollende Führungsrollen aufweisen, und einen frei auskragenden, mehrgliedrigen Gelenkausleger (3), der über ein Gelenk (35) an der Führungs-

und Hubeinheit (4) befestigt ist, wobei die Führungs- und Hubeinheit (4) über Seile, die mit dem Maschinenhaus (2) der Windkraftanlage verbunden sind, vertikal beweglich ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Steuerungseinheit und eine Inspektionseinheit und/oder eine Reinigungseinheit aufweist, wobei die Steuerungseinheit eine automatische Inspektion und/oder Reinigung der Rotorblätter (1) und/ oder Oberfläche des Turmes (5) steuert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zusätzlich eine Sende/ Empfangseinheit zur Kommunikation mit einer weiteren Sende/ Empfangseinheit aufweist.
10. Verwendung einer Vorrichtung für Inspektions- und Wartungsarbeiten an Rotorblättern (1) und/ oder der Turmoberfläche großer Windkraftanlagen, insbesondere Off-Shore-Anlagen, nach einem der vorangegangenen Ansprüche an Windkraftanlagen mit kreisförmigen, rechteckigen, ovalen, elliptischen Querschnittsflächen des Turmes (5).

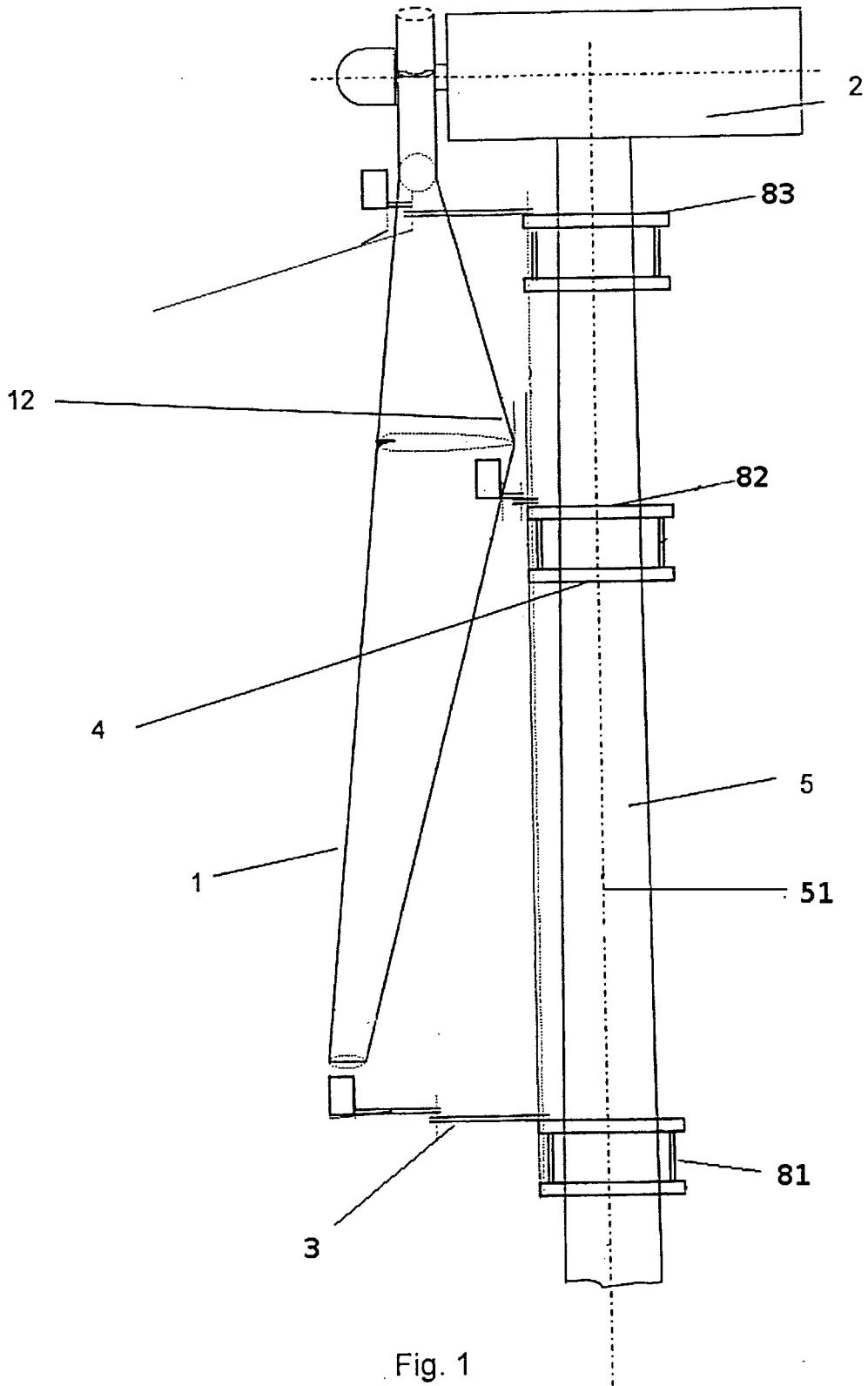


Fig. 1

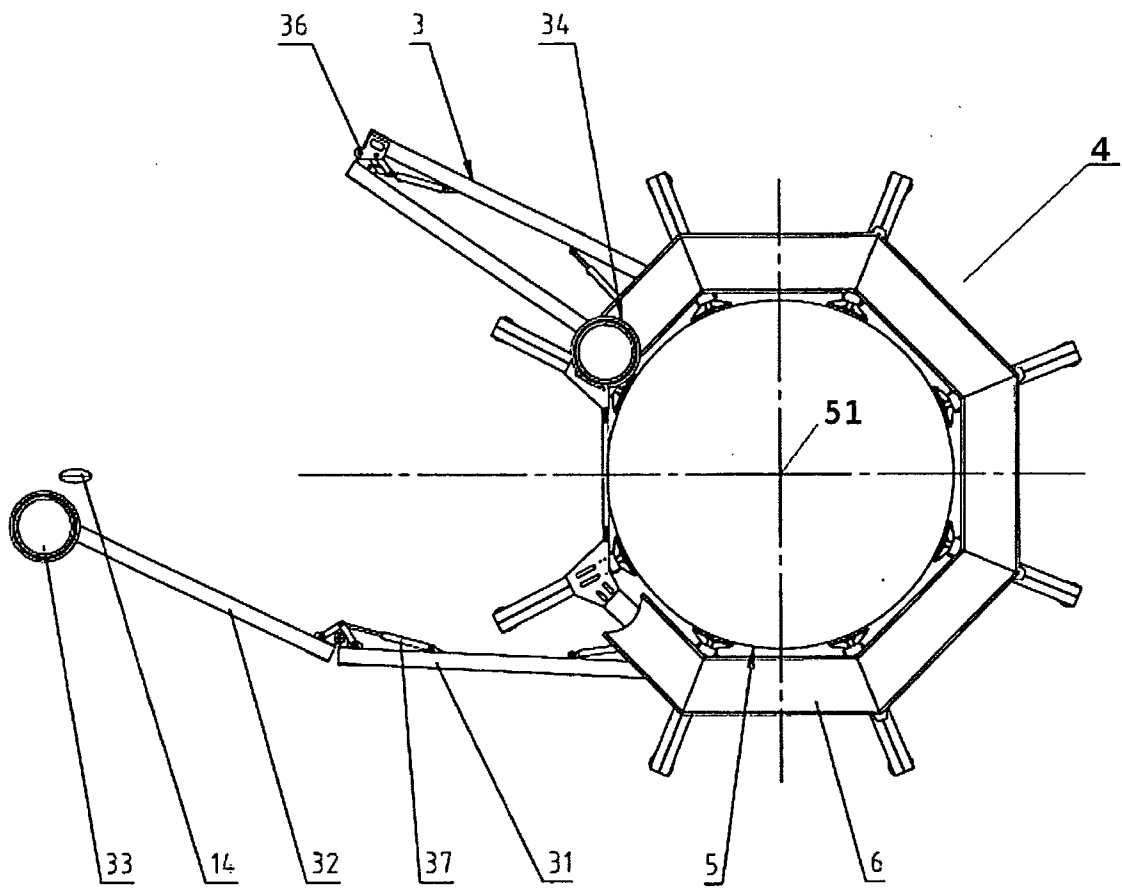


Fig. 2

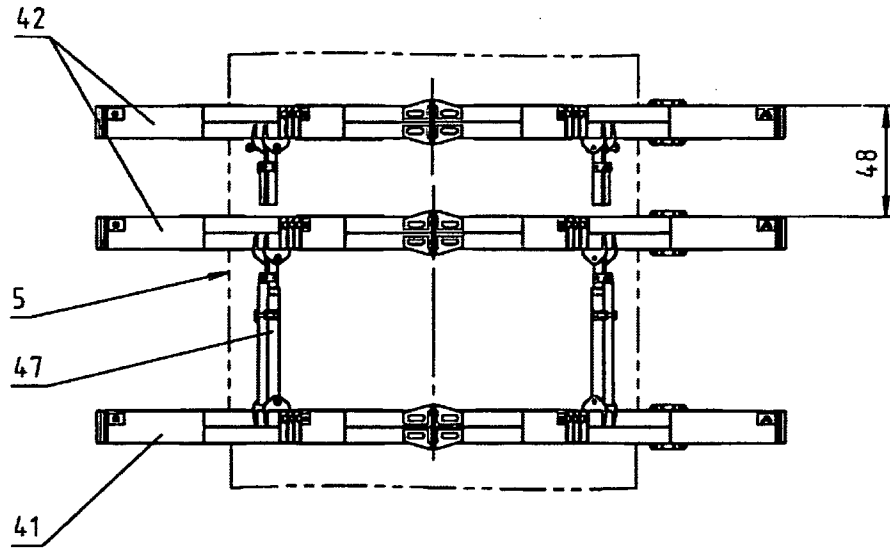


Fig. 4

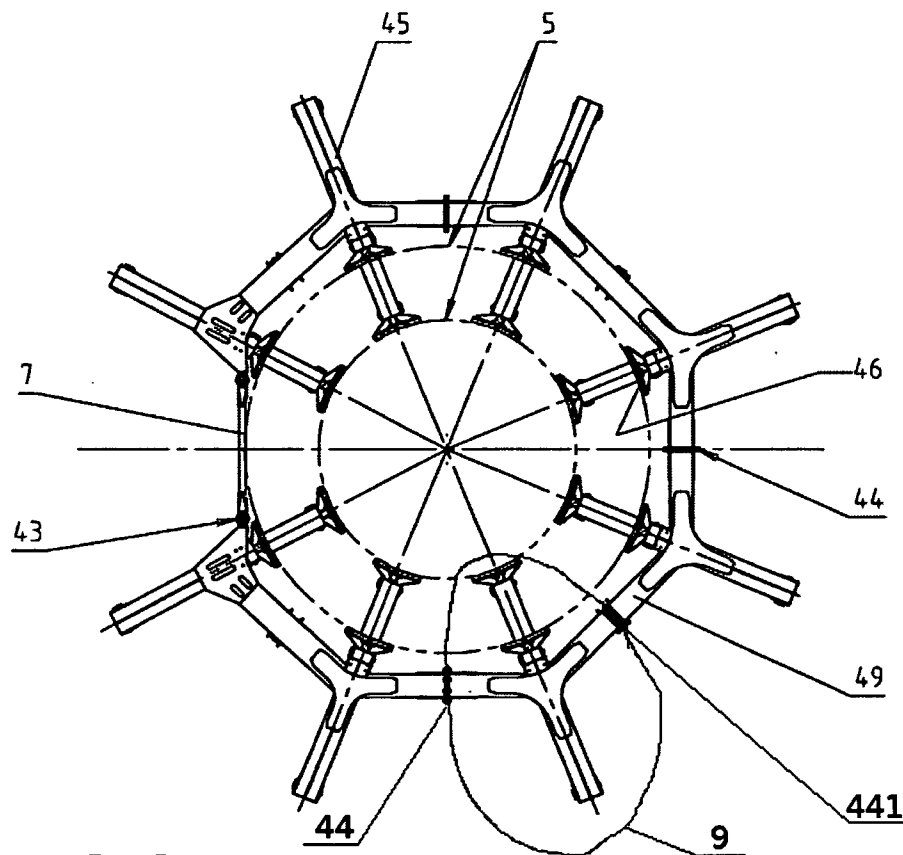


Fig. 5