

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

torwelle (2) und einen Generator (10) mit einem Stator (12) und einem davon durch einen Generatorluftspalt (13) getrennten Rotor (11). Die Rotorwelle (2) fest und spielfrei mit dem Rotor (11) des Generators (10) verbunden und auf der von dem Generator (10) abgewandten Seite in einem Rotorhauptlager (7) in einer Tragstruktur (20, 21) gelagert. Der Rotor (11) des Generators (10) über ein Momentenlager (14) gegenüber dem Stator (12) gelagert, wobei der Stator (12) über wenigstens drei ringförmig um die Rotorachse (9) angeordnete elastische Aufhängungselemente (24) mit der Tragstruktur (20, 22) verbunden ist.

Windenergieanlage mit Triebstrang

Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage mit einem getriebelosen Triebstrang umfassend eine Rotorwelle und einen Generator.

Im Stand der Technik sind getriebelose Windenergieanlagen, die auch als Windenergieanlagen mit Direktantrieb bezeichnet werden, bekannt. Bei entsprechenden Windenergieanlagen lässt sich ein um eine im Wesentlichen horizontale Achse drehbarer Rotor durch Wind in Rotation versetzen. Der Rotor ist dabei getriebefrei mit einem Generator zur Umwandlung der Rotationsenergie des Rotors in elektrische Energie verbunden, sodass der Rotor mit der Drehgeschwindigkeit des Rotors angetrieben wird. Der Generator muss demzufolge auf die Drehgeschwindigkeiten des Rotors ausgelegt sein, was regelmäßig große Durchmesser von Rotor und Stator zur Folge hat.

Für den zuverlässigen Betrieb eines Generators ist es wesentlich, den Generatorluftspalt zwischen Rotor und Stator, der selbst bei Generatoren mit bis zu 12 Metern Durchmesser nur wenige Millimeter beträgt, genau einzuhalten. In der Folge ist es erforderlich, den Generator so von der aufgrund der Windlasten auf den Rotor auftretenden Verformungen des Triebstrangs zu entkoppeln, dass der Generatorluftspalt dauerhaft eingehalten wird.

Aus der EP 2 372 150 A1 ist eine Windenergieanlage mit Direktantrieb gezeigt, bei der sowohl der Rotor der Windenergieanlage als auch der Rotor des Generators jeweils auf getrennt voneinander ausgeführten Zapfen gelagert und über eine koaxial durch beide Zapfen verlaufende Welle so miteinander verbunden sind, dass über diese Welle ausschließlich Drehmomente übertragen werden. In der Folge werden auftretenden Verformungen des Rotors aufgrund von Windlasten nicht auf den Generator übertragen.

Nachteilig an diesem Stand der Technik ist der komplexe Aufbau der Windenergieanlage im Bereich ihrer Gondel.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Windenergieanlage mit einem getriebelosen Triebstrang zu schaffen, die gegenüber dem Stand der Technik einen einfacheren und kostengünstigeren Aufbau hat.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Windenergieanlage gemäß dem Hauptanspruch. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Demnach betrifft die Erfindung eine Windenergieanlage mit einem getriebelosen Triebstrang umfassend eine Rotorwelle und einen Generator mit einem Stator und einem davon durch
5 einen Generatorluftspalt getrennten Rotor, wobei die Rotorwelle fest und spielfrei mit dem Rotor des Generators verbunden ist, die Rotorwelle auf der von dem Generator abgewandten Seite in einem Rotorhauptlager in einer Tragstruktur gelagert ist, und der Rotor des Generators über ein Momentenlager gegenüber dem Stator gelagert ist, wobei der Stator über
10 wenigstens drei ringförmig um die Rotorachse angeordnete elastische Aufhängungselemente mit der Tragstruktur verbunden ist.

Zunächst werden einige im Rahmen der Erfindung verwendete Begriffe erläutert:

Eine Verbindung gilt dann als „fest und spielfrei“, wenn bei üblicherweise zu erwartenden Belastungen der Verbindung praktisch keine Relativbewegung zwischen den so verbundenen Komponenten auftritt.

15 Der Begriff „Momentenlager“ bezeichnet ein Drehlager, welches die Übertragung von axialen und radialen Kräften sowie die Aufnahme von Momenten, die nicht um die Drehachse wirken, ermöglicht. Insbesondere kann ein Momentenlager auf eine darin gelagerte Welle einwirkende Biegemomente aufnehmen.

Eine „einseitige“ Lagerung besteht immer dann, wenn nur auf einer Seite des zu lagernden
20 Bauteils eine Lagerung vorgesehen ist, sodass das zu lagernde Bauteil also insbesondere nicht zwischen zwei Lagern liegt.

Die Erfindung hat erkannt, dass eine Fest-Los-Lagerung des Triebstrangs vorteilhaft ist, bei dem die Rotorwelle fest und spielfrei mit dem Rotor des Generators verbunden ist. Dabei kann grundsätzlich sowohl das Rotorhauptlager als auch das Rotorlager des Generators als
25 Festlager für den Triebstrang genutzt werden. Im erstgenannten Fall kann das Rotorlager des Generators bei ausreichender Nachgiebigkeit der elastischen Aufhängungselemente als Loslager angesehen werden, im letztgenannten – und bevorzugten – Fall ist die Elastizität der Aufhängungselemente derart zu wählen, dass das Rotorlager als Festlager für den Triebstrang angesehen werden kann. In anderen Worten ist das Rotorlager des Generators

in diesem Fall nicht nur dafür verantwortlich, den Generatorluftspalt zwischen Rotor und Stator einzuhalten, sondern auch um sämtliche vom Wind auf den Triebstrang ausgeübten Rorschub sowie evtl. Biegemomente aufzunehmen und über die elastischen Aufhängungselemente in die Tragstruktur einzuleiten. Das Rotorlager ist dann als axial- und winkelbewegliche Loslager auszuführen und dient neben der Aufnahme von Gewichtskräften im Wesentlichen zur Aufnahme von auf den Triebstrang einwirkenden Nick- und Giermomenten.

Aufgrund der elastischen Aufhängungselemente kann das Rotorlager des Generators, obwohl als Momentenlager ausgestaltet, im Triebstrang und insbesondere der Rotorwelle auftretende Biegeverformung wenigstens im gewissem und insbesondere durch die Elastizität der Aufhängungselemente vorgegebenen Umfang folgen. Gleichzeitig wird durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Rotorlagers des Generators als Momentenlager aber eine genaue axiale Führung zwischen Rotor und Stator des Generators erreicht, sodass der erforderliche Generatorluftspalt selbst bei Biegeverformung der Rotorwelle dauerhaft eingehalten wird. Auf eine Kupplung oder eine sonst wie geartete besondere Ausgestaltung des Triebstrangs, wie im Stand der Technik häufig erforderlich, um Verformungen der Rotorwelle vom Generator fernzuhalten, kann verzichtet werden.

Ist das Rotorhauptlager als axial- und winkelbewegliches Lager ausgeführt, ist es äußerst robust gegenüber Winkelfehlern und Axialspiel, weshalb die bevorzugte Lageranordnung keine hochgenaue Ausrichtung des Loslagers gegenüber dem dann als Festlager wirkenden Rotorlager des Generators erforderlich ist. Mögliche Abweichungen von einer theoretisch idealen Ausrichtung werden in der Regel durch das Loslager problemlos ausgeglichen. Gleiches gilt für etwaige Lageveränderung durch mögliche Verformung der elastischen Aufhängungselemente während des Betriebs der Windenergieanlage.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist weiterhin ein einfacher Austausch des Generators möglich. Dazu wird die Rotorwelle am vom Rotorhauptlager entfernten Ende durch geeignete Mittel an der Tragstruktur fixiert, bevor die fest- und spielfreie Verbindung zwischen Rotorwelle und Generator gelöst und der Generator als einzelne Montageeinheit demontiert werden kann. Anschließend kann dann ein neuer Generator, bspw. auch hinsichtlich seiner Leistungsdaten anderen Typs, oder aber der zuvor demontierte Generator, bspw. nach einer Instandsetzung, wieder problemlos montiert werden. Der Rotor der Windenergieanlage muss

dabei nicht demontiert werden. Dadurch und da der Generator als einzelne feste Montageeinheit (de-)montierbar ist, ist ein einfacher und kostengünstiger Austausch des Generators möglich.

Es ist bevorzugt, wenn der Rotor des Generators über das Momentenlager einseitig gegenüber dem Stator gelagert ist. Zwar ist grundsätzlich auch denkbar, auf der vom Momentenlager gegenüberliegenden Seite ein als Loslager ausgebildetes Stützlager für den Rotor vorzusehen, jedoch hat sich gezeigt, dass die einseitige Lagerung durch ein ggf. zur Aufnahme des Rotorschubs und etwaiger auf den Triebstrang einwirkenden Biegemomente ausgebildetes Momentenlager regelmäßig ausreichend ist, um den Generatorluftspalt zwischen Rotor und Stator zu gewährleisten. Das zusätzliche Gewicht eines Stützlagers kann somit eingespart werden.

Es ist bevorzugt, wenn die Tragstruktur mehrteilig ist, wobei das Rotorhauptlager in einem ersten Tragstrukturteil befestigt ist und der Stator des Generators mit einem zweiten Tragstrukturteil verbunden ist, wobei der erste und der zweite Tragstrukturteil vorzugsweise lösbar an einem Maschinenträger befestigt sind. Durch eine mehrteilige Ausgestaltung der Tragstruktur ergeben sich einfacher zu fertigende Geometrien der einzelnen Strukturteile, die anschließend zu der Tragstruktur zusammengefügt werden können.

Es ist bevorzugt, wenn sechs oder mehr, weiter vorzugsweise sechzehn oder mehr elastische Aufhängungselemente vorgesehen sind, wobei die Aufhängungselemente vorzugsweise über den Umfang gleichverteilt sind. Durch eine entsprechende Anzahl und Anordnung an elastischen Aufhängungselementen kann der Kraftfluss durch das Gehäuse gut verteilt und besonders hohe Kraftspitzen im Gehäuse vermieden werden.

Es ist möglich, die elastischen Aufhängungselemente als geeignet angeordnete Pendelstützen auszuführen. Bevorzugt ist es aber, wenn die elastischen Aufhängungselemente Elastomerelemente sind, die vorzugsweise rotationssymmetrisch und/oder mit ihrer Längsachse parallel zur Rotorachse angeordnet sind. Eine rotationssymmetrische Bauform ermöglicht regelmäßig eine einfache und kostengünstige Herstellung bei gleichzeitiger hoher Lastaufnahmekapazität, insbesondere in Radialrichtung. Durch eine Anordnung der rotationssymmetrischen Elastomerelemente mit ihren Längsachsen parallel zur Rotorachse wird eine gute Aufnahme von Nick-, Gier- und Drehmomenten ermöglicht, wobei der Rotorschub in Axialrichtung durch die Elastomerelemente aufgenommen wird. Außerdem kann durch die genannte

Anordnung in der Regel eine einfache Austauschbarkeit auch einzelner Elastomerelemente gewährleistet werden.

Als rotationssymmetrische Bauform kommen insbesondere eine zylindrische Form, eine konische Form und/oder eine Tonnenform in Betracht. Insbesondere die konische Form kann eine evtl. Demontage bei Reparaturarbeiten erleichtern. Die zylindrische Bauform ist auch unter der Bezeichnung Ultra-Buchse bekannt.

Es ist bevorzugt, wenn die Elastizität der elastischen Aufhängungselemente richtungsabhängig derart ausgestaltet ist, dass in Umfangsrichtung eine ausreichende Steifigkeit vorhanden ist, um das Generatormoment allein über die Aufhängungselemente vollständig in die Tragstruktur zu leiten. Durch eine entsprechende Ausgestaltung der Aufhängungselemente kann auf eine separate Drehmomentstütze für den Generator verzichtet werden.

Bei dem Momentenlager kann es sich um ein Gleitlager oder ein Wälzlager handeln. Ist ein Wälzlager vorgesehen, ist bevorzugt, wenn es sich um ein zweireihiges Kegelrollenlager mit Schrägstellung in X- oder O-Anordnung handelt. Entsprechende Momentenlager gestatten eine spielfreie und hoch belastbare Lagerung, bei der auch die nötige Verspannung der einzelnen Lagerkomponenten aufgrund der geringen Verspannungslänge im Wesentlichen unempfindlich gegen etwaige Temperatureffekte ist. Die O-Anordnung zeichnet sich gegenüber einem vergleichbaren Lager mit X-Anordnung durch eine noch höhere Momentenaufnahmefähigkeit aus.

Soll das Rotorhauptlager ein Loslager sein, ist es vorzugsweise ein Toroidalrollenlager. Bei einem Toroidalrollenlager – auch „CARB-Lager“ oder „CARB-Toroidalrollenlager“ genannt – handelt es sich um einreihige Wälzlager mit symmetrischen, relativ langen, leicht balligen Rollen und Torus-förmig profilierten Laufbahnen. Entsprechende Lager können ausschließlich Radiallasten aufnehmen, sind aber gleichzeitig äußerst robust gegenüber Winkelfehlern und Axialspiel.

Die Tragstruktur ist vorzugsweise zur Anbindung an ein an einem auf dem Turm der Windenergieanlage angeordneten Azimutlager ausgebildet, um eine Drehung der Tragstruktur und der dazu regelmäßig ortsfest angeordneten Rotorachse in Azimutrichtung zu erreichen. Zur letztendlichen Drehung sind Azimutantriebe, zur Sicherung der Tragstruktur in einer bestimmten Azimutposition sind Azimutbremsen, in der Regel in Form von Azimutbremszangen

vorgesehen. Im Falle der bevorzugten mehrteiligen Ausgestaltung der Tragstruktur mit mehreren Tragstrukturteilen und einem Maschinenträger ist regelmäßig der Maschinenträger zur Anbindung an das Azimutlager ausgebildet.

5 Dabei ist bevorzugt, wenn die Tragstruktur oder der Maschinenträger einen Flansch mit einem Lochbild identisch zum Lochbild des Azimutlagers der Windenergieanlage aufweist und eine Trägerplatte zur Aufnahme von wenigstens sechs Azimutantrieben vorgesehen ist, wobei die Trägerplatte ein Lochbild identisch zum Lochbild des Azimutlagers aufweist und derart zwischen Tragstruktur bzw. Maschinenträger und Azimutlager angeordnet ist, dass die Verschraubung der Tragstruktur bzw. des Maschinenträgers am Azimutlager durch das
10 Lochbild der Trägerplatte geführt ist.

Die Befestigung der Azimutantriebe erfolgt also nicht mehr unmittelbar an der Tragstruktur oder dem Maschinenträger, bei denen es sich regelmäßig um Gussteile handelt, welche ggf. aufwendig und kostenintensiv mit geeigneten, besonders ausgestalteten Halterungen für die Azimutantriebe versehen werden müssen, sondern vielmehr über die erfindungsgemäß vorgesehene Trägerplatte.
15

Die Trägerplatte zeichnet sich durch ein Lochbild aus, welches den Lochbildern am Flansch der Tragstruktur bzw. des Maschinenträgers sowie des Azimutlagers entspricht, sodass die Trägerplatte durch die zur Befestigung der Tragstruktur bzw. des Maschinenträgers am Azimutlager vorgesehene Verschraubung ohne Weiteres mit eingespannt werden kann und es
20 keiner gesonderten Befestigung bedarf.

Die Trägerplatte weist darüber hinaus noch eine über die übliche Anzahl von Azimutantrieben hinausgehende Anzahl an Aufnahmen dafür auf, die vorzugsweise auch alle mit einem Azimutantrieb versehen sind. Durch die zusätzlichen Azimutantriebe können die an den einzelnen Antrieben in die Trägerplatte eingebrachten Reaktionskräfte und daraus resultierende
25 Krepelmomente reduziert werden, sodass die Trägerplatte eine gegenüber einer Platte mit nur vier Azimutantrieben geringere Dicke aufweisen kann.

Es ist bevorzugt, wenn die Trägerplatte zur Aufnahme von acht oder mehr Azimutantrieben ausgestaltet ist. Auch hier gilt, dass vorzugsweise jeweils ein Azimutantrieb in jeder dafür vorgesehenen Aufnahme der Trägerplatte vorgesehen ist.

Auf der von der Aufnahme der Azimutantriebe abgewandten Seite kann die Trägerplatte wenigstens fünf, vorzugsweise wenigstens acht Aufnahmen für Azimutbremsen aufweisen, wobei vorzugsweise jeweils eine Azimutbremse in jeder dafür vorgesehenen Aufnahme vorgesehen ist.

- 5 Die Erfindung wird nun anhand einer vorteilhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beispielhaft beschrieben. Es zeigt:

Figur 1: eine schematische Teildarstellung des getriebelosen Triebstrangs eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage.

10 In Figur 1 ist der getriebelose Triebstrang 1 einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage schematisch mit den für die Erfindung relevanten Teilen dargestellt.

Der Triebstrang 1 umfasst eine als Hohlwelle ausgeführte Rotorwelle 2, an deren einen Ende 3 der Rotor der Windenergieanlage, von dem lediglich die Rotornabe 4 dargestellt ist, befestigt ist. Am anderen Ende 5 der Rotorwelle 2 ist ein Generator 10 angeordnet. Der Generator 10 umfasst einen Rotor 11 und einen Stator 12, wobei zwischen den beiden Komponenten 15 11, 12 ein umlaufender Generatorluftspalt 13 vorgesehen ist.

Die Rotorwelle 2 ist im Bereich des einen Endes 3 durch ein Rotorhauptlager 7 an einem ersten, ringförmigen und die Rotorwelle 2 vollständig umschließenden Tragstrukturteil 21 gelagert. Bei dem Rotorhauptlager 7 handelt es sich um ein axial- und winkelbewegliches Toroidalrollenlager und somit ein Loslager. Am anderen Ende 5 ist die Rotorwelle 2 über die 20 angedeutete Verschraubung 6 fest und spielfrei mit dem Rotor 11 des Generators 10 verbunden.

Im Generator 10 ist zur Führung des Rotors 11 gegenüber dem Stator 12 ein Momentenlager 14, nämlich ein zweireihiges Kegelrollenlager mit Schrägstellung in O-Anordnung, vorgesehen, über welches zum einen der Generatorluftspalt 13 trotz nur einseitiger Lagerung des 25 Rotors 11 gegenüber dem Stator 12 sicher eingehalten wird, zum anderen eine Festlagerung des Triebstrangs 1 erreicht wird. Um Letztere zu erreichen, ist der Stator 12 über insgesamt sechszehn gleichmäßig über den Umfang verteilte Elastomerelemente als elastische Aufhängungselemente 24 mit einem zweiten Tragstrukturteil 22 verbunden. Die Elastomerelemente

weisen im Verbindungsbereich eine zylindrische Form auf, wobei die jeweiligen Längsachsen parallel zur Rotorachse 9 ausgerichtet sind.

Das erste Tragstrukturteil 21 und das zweite Tragstrukturteil 22 sind mit einem als Gussteil ausgeführten Maschinenträger 23 verbunden. Die Tragstrukturteile 21, 22 und der Maschinenträger 23 bilden dabei die Tragstruktur 20. Der zweite Tragstrukturteil 22 weist dabei einen um die Rotorwelle 2 umlaufenden Feststellflansch 25 auf, an dem die Rotorwelle 2 bei Bedarf fixiert werden kann. Ist die Rotorwelle 2 entsprechend fixiert, lässt sich der Generator 10 problemlos demontieren.

Durch die in Figur 1 gezeigte Lagerung des Triebstrangs 1 wird eine Fest-Los-Lagerung erreicht, wobei durch das in den Generator 10 integrierte Momentenlager 14 nicht nur die Festlagerung erreicht wird, sondern gleichzeitig auch die Einhaltung des Generatorluftspalts 13 gewährleistet wird. Der Generatorluftspalt 13 wird insbesondere auch dann eingehalten, wenn sich der Triebstrang 1 aufgrund von auf den Rotor einwirkenden Windlasten verformt, wobei eine gewisse Biegeverformung der Rotorwelle 2 durch die elastischen Aufhängelemente 24 ermöglicht wird. Auch kann die Übertragung von Vibrationen des Triebstrangs 1 auf die zweite Tragstruktur 22 minimiert werden.

An seiner Unterseite weist der Maschinenträger 23 einen Flansch 26 mit einem Lochbild auf, welches mit demjenigen des Azimutlagers 30 übereinstimmt, an dem der Maschinenträger 23 auf bekannte Art und Weise an dem Azimutlager 30 befestigt wird.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist weiterhin eine Trägerplatte 31 vorgesehen, die ebenfalls ein Lochbild aufweist, welches dem Lochbild des Maschinenträgers 23 bzw. demjenigen des Azimutlagers 30 entspricht. Die Trägerplatte 31 kann daher derart zwischen Maschinenträger 23 und Azimutlager 30 angeordnet werden, dass die bekannte Verschraubung des Maschinenträgers 23 am Azimutlager 30 durch das Lochbild der Trägerplatte 31 geführt ist, womit die Trägerplatte 31 sicher befestigt ist.

An der Trägerplatte 31 sind insgesamt zwölf Azimutantriebe 32 (von denen nur sechs dargestellt sind) in dafür vorgesehene Aufnahmen angeordnet, über welche die Azimutverstellung der Windenergieanlage bewerkstelligt wird. Auf der Unterseite der Trägerplatte 31 können weiterhin als Bremszangen ausgebildete Azimutbremsen 33 vorgesehen sein, mit der die

Windenergieanlage in einer vorgegebenen Azimutstellung gesichert werden kann. In Figur 1 ist exemplarisch nur eine Azimutbremse 33 dargestellt.

Durch die Anordnung der Azimutantriebe 32 und der Azimutbremsen 33 an der Trägerplatte 31 kann auf eine komplexere und damit in der Herstellung kostenintensivere Formgebung des Maschinenträgers 23 verzichtet werden. Gleichzeitig können durch die jeweils gewählte Anzahl an Azimutantrieben 32 und Azimutbremsen 33 die auf die Trägerplatte 31 einwirkenden Krepelmomente gering gehalten werden, sodass weder eine besonders große Dicke der Trägerplatte 31 noch aufwendige Verstärkungen der Trägerplatte 31 erforderlich sind.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Rotor 11 des Generators 10 innerhalb des Stators 12 angeordnet. Es ist aber selbstverständlich auch möglich, dass der Rotor 11 den Stator 12 zur Verbesserung der elektrischen Auslegung des Generators von außen umgreift.

Patentansprüche

1. Windenergieanlage mit einem getriebelosen Triebstrang (1) umfassend eine Rotorwelle (2) und einen Generator (10) mit einem Stator (12) und einem davon durch einen Generatorluftspalt (13) getrennten Rotor (11) ,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
die Rotorwelle (2) fest und spielfrei mit dem Rotor (11) des Generators (10) verbunden ist, die Rotorwelle (2) auf der von dem Generator (10) abgewandten Seite in einem Rotorhauptlager (7) in einer Tragstruktur (20) gelagert ist, und der Rotor (11) des Generators (10) über ein Momentenlager (14) gegenüber dem Stator (12) gelagert ist, wobei
10 der Stator (12) über wenigstens drei ringförmig um die Rotorachse angeordnete elastische Aufhängungselemente (24) mit der Tragstruktur (20) verbunden ist.
2. Windenergieanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 der Rotor (11) über das Momentenlager (14) einseitig gegenüber dem Stator (12) gelagert ist.
3. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Tragstruktur (20) mehrteilig ist, wobei das Rotorhauptlager (7) in einem ersten
20 Tragstrukturteil (21) befestigt ist und der Stator (12) mit einem zweiten Tragstrukturteil (22) verbunden ist, wobei der erste und der zweite Tragstrukturteil (21, 22) vorzugsweise lösbar an einem Maschinenträger (23) befestigt sind.
4. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 sechs oder mehr, vorzugsweise sechzehn oder mehr elastische Aufhängungselemente (24) vorgesehen sind, wobei die Aufhängungselemente (24) vorzugsweise über den Umfang gleichverteilt sind.
5. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elastischen Aufhängungselemente (24) Elastomerelemente sind und vorzugsweise

rotationssymmetrisch und/oder mit ihrer Längsachse parallel zur Rotorachse (9) angeordnet sind.

6. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Elastizität der elastischen Aufhängungselemente (24) richtungsabhängig derart ausgestaltet ist, dass in Umfangsrichtung der Rotorachse (9) eine ausreichende Steifigkeit vorhanden ist, um das Generatormoment allein über die Aufhängungselemente vollständig in die Tragstruktur (20) zu leiten.

7. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

10 das Momentenlager (14) ein Wälzlager, vorzugsweise ein zweireihiges Kegelrollenlager mit Schrägstellung in X- oder O-Anordnung, ist.

8. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

15 das Rotorhauptlager (7) ein axial- und winkelbewegliches Loslager, vorzugsweise ein Toroidalrollenlager ist.

9. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

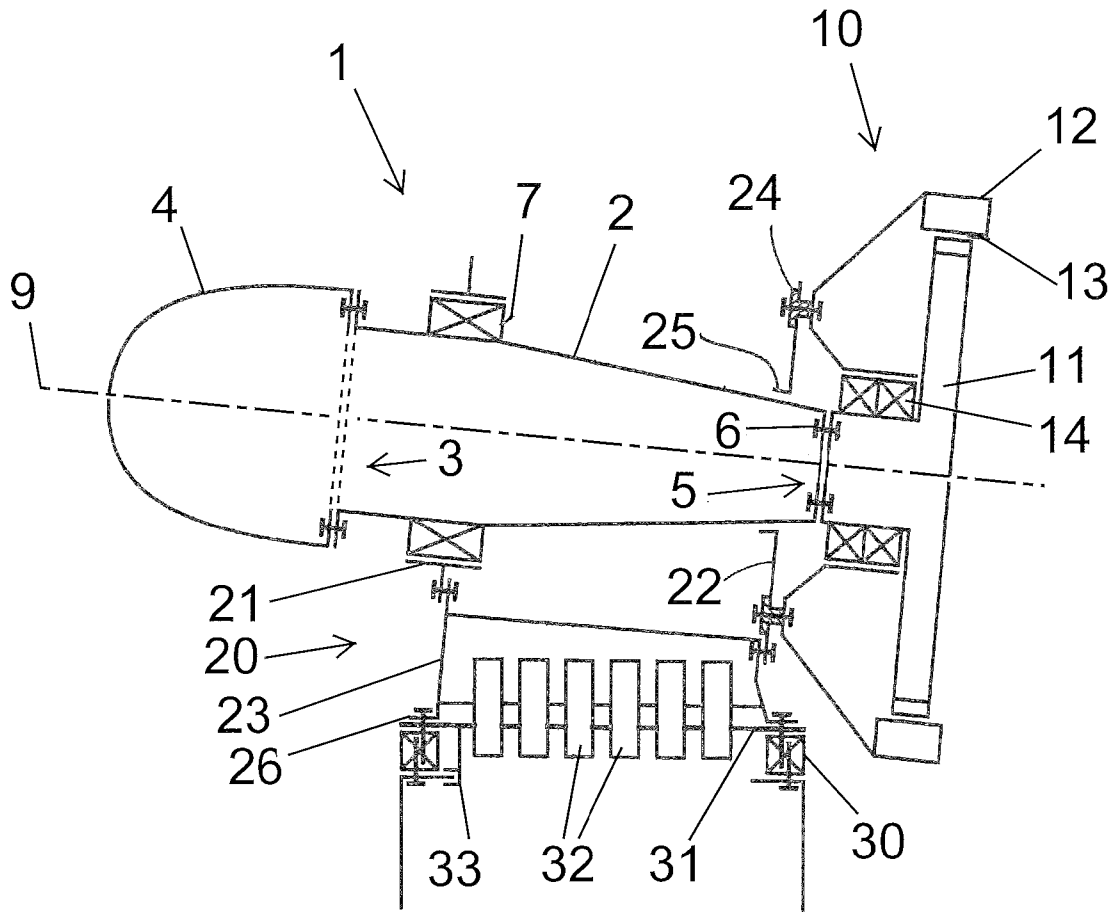
20 die Tragstruktur (20) einen Flansch (26) mit einem Lochbild identisch zum Lochbild des Azimutlagers (30) der Windenergieanlage aufweist und eine Trägerplatte (31) zur Aufnahme von wenigstens sechs Azimutantrieben (32) vorgesehen ist, wobei die Trägerplatte (31) ein Lochbild identisch zum Lochbild des Azimutlagers (30) aufweist und derart zwischen Tragstruktur (20) und Azimutlager (30) angeordnet ist, dass die Verschraubung der Tragstruktur (20) am Azimutlager (30) durch das Lochbild der Trägerplatte (31) geführt ist.

10. Windenergieanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass

30 die Trägerplatte (31) zur Aufnahme von acht oder mehr Azimutantrieben (32) ausgestaltet ist und/oder jeweils ein Azimuttrieb (32) in jeder dafür vorgesehenen Aufnahme der Trägerplatte (31) vorgesehen ist.

11. Windenergieanlage nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Trägerplatte (31) auf der von der Aufnahme der Azimutantriebe (32) abgewandten
Seite wenigstens fünf, vorzugsweise wenigstens acht Aufnahmen für Azimutbremsen
5 (33) aufweist, wobei vorzugsweise jeweils eine Azimutbremse (33) in jeder dafür vorge-
sehenen Aufnahme vorgesehen ist.

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077174

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F03D 80/70</i> (2016.01)i; <i>F03D 15/20</i> (2016.01)i		
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) F03D		
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 Y	WO 2016146128 A1 (ENVISION ENERGY APS [DK]) 22 September 2016 (2016-09-22) claims 1,8; figures 2,5,6	1-4,7,9-11 5,6
Y	EP 2508754 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10 October 2012 (2012-10-10) paragraph [0031]; figures 1,5	5,6
X	US 2008272602 A1 (KIM DOO-HOON [KR] ET AL) 06 November 2008 (2008-11-06) paragraph [0040]; figures 1,2	1-3,8-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 09 January 2020		Date of mailing of the international search report 15 January 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Król, Marcin Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/077174

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2016146128	A1	22 September 2016	DK	201570147	A1	03 October 2016
				WO	2016146128	A1	22 September 2016
EP	2508754	A1	10 October 2012	CN	102734090	A	17 October 2012
				CN	102734091	A	17 October 2012
				EP	2508754	A1	10 October 2012
				EP	2508777	A1	10 October 2012
				ES	2460691	T3	14 May 2014
				PL	2508754	T3	31 October 2016
				US	2013088016	A1	11 April 2013
				US	2013095972	A1	18 April 2013
US	2008272602	A1	06 November 2008	EP	1999839	A1	10 December 2008
				KR	100695012	B1	08 March 2007
				US	2008272602	A1	06 November 2008
				WO	2007111425	A1	04 October 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F03D80/70 F03D15/20
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F03D

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	WO 2016/146128 A1 (ENVISION ENERGY APS [DK]) 22. September 2016 (2016-09-22)	1-4,7, 9-11
Y	Ansprüche 1,8; Abbildungen 2,5,6 -----	5,6
Y	EP 2 508 754 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10. Oktober 2012 (2012-10-10) Absatz [0031]; Abbildungen 1,5 -----	5,6
X	US 2008/272602 A1 (KIM DOO-HOON [KR] ET AL) 6. November 2008 (2008-11-06) Absatz [0040]; Abbildungen 1,2 -----	1-3,8-11



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

9. Januar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/01/2020

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

Król, Marcin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077174

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016146128 A1	22-09-2016	DK 201570147 A1	03-10-2016
		WO 2016146128 A1	22-09-2016

EP 2508754 A1	10-10-2012	CN 102734090 A	17-10-2012
		CN 102734091 A	17-10-2012
		EP 2508754 A1	10-10-2012
		EP 2508777 A1	10-10-2012
		ES 2460691 T3	14-05-2014
		PL 2508754 T3	31-10-2016
		US 2013088016 A1	11-04-2013
		US 2013095972 A1	18-04-2013

US 2008272602 A1	06-11-2008	EP 1999839 A1	10-12-2008
		KR 100695012 B1	08-03-2007
		US 2008272602 A1	06-11-2008
		WO 2007111425 A1	04-10-2007
