

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1333/2011
(22) Anmeldetag: 15.09.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2013

(51) Int. Cl. : **F03D 3/06** (2006.01)
F03D 3/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 4609827 A GB 2444557 A
DE 10310227 A1 US 4707617 A
WO 2003086855 A1
JP 59190482 A

(73) Patentinhaber:
TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ
8010 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
JERICHA HERBERT DR.
WIEN (AT)
GÖTTLICH EMIL DIPL.ING. DR.TECHN.
UNTERPREMSTÄTTEN (AT)
SANZ WOLFGANG DIPL.ING. DR.TECHN.
GRAZ (AT)

(54) **WINDTURBINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Windturbine mit einem um eine zentrale, vertikal ausgerichtete Welle (1) verdrehbar gelagerten Rotor (2) und mit einer Anzahl von dem Rotor (2) rotierbar gelagerten und vom Rotor (2) nach oben abgehenden Flügel(3), wobei die Flügel (3) mit einer Winkelgeschwindigkeit rotierbar sind, die der Hälfte der Winkelgeschwindigkeit des Rotors (2) entspricht, wobei die Rotationsachse (R) der jeweiligen Flügel (3) im Bezug auf die Achse (A) der zentralen Welle (1) nach Außen geneigt ist, wobei der Neigungswinkel (N) der Rotationsachse 15 bis 25°, vorzugsweise 18 bis 22°, beträgt.

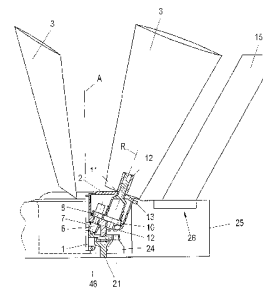


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Windturbine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Zu den im Bescheid vorgehaltenen Druckschriften wird Folgendes ausgeführt:

[0003] Aus der US 4 609 827 sind umlaufende Schaufeln mit parallelen Profil bzw. mit Vergrößerung des Profils um 3,5 Grad gezeigt. Diese Schaufeln sind oben und unten gelagert und von der unteren Platte aus mit der halben Winkelgeschwindigkeit der tragenden unteren Platte angetrieben. Die Laufschaufeln haben damit die halbe Winkelgeschwindigkeit der tragenden Grundplatte. Diese Übertragung wird durch Zahneingriff oder durch Bandverbindung hergestellt. Die Phase des Antriebes des querstehenden Profils durch den Wind ist maximal 180 Grad lang und ebenso die Rückführung des in Windrichtung stehenden Profils entgegen dem Wind ebenfalls um den Winkelbetrag von 180 Grad. Die obere Platte ist durch einen zentralen Bolzen fixiert. Die Laufschaufeln sind mit ihrer Verbreiterung darin gelagert. Die Übersetzung von der Grundplatte auf die Schaufeln erfolgt durch Band oder Zahnradantrieb. Leitschaufeln sind keine vorgesehen.

[0004] Entsprechend der DE 103 10 227 A1 werden innerhalb eines Gitterwerks sind Segel in symmetrischer Weise angebracht. Diese bilden Gefäße, die auf Laufrädern oder einem Turm angeordnet sind.

[0005] Die US 4 707 617 A zeigt einen vierbeinigen Windapparat zur Aufstellung auf flachen Dächern, der zwei sich trapezartig nach unten erweiternde Platten in seinem Inneren trägt, die durch einen unteren Drehmechanismus bewegt und jeweils in ihrer Querstellung zum Wind angepasst werden. Der obere Teil mit Schaufeln bewirkt die automatische Anpassung an den Wind, die unteren Platten erzeugen flach im Gegenlauf und quer in voller Breite zum Windlauf die gewünschte Leistung. Die Platten verbreitern sich nach unten, es sind nur zwei Platten vorhanden. Es gibt keine Leitschaufeln.

[0006] Ziel der Erfindung ist es, Windturbinen mit hohem Wirkungsgrad zu erstellen, die die bestehenden Windverhältnisse, die insbesondere abhängig von dem Bodenabstand der Flügel sind, bestmöglich ausnutzen zu können. Die erfindungsgemäße Windturbine soll eine optimale Anpassung an die jeweilige Windsituation ermöglichen. Diese Ziele werden bei einer Windturbine der eingangs genannten Art mit den im Kennzeichen des Anspruches 1 angeführten Merkmalen erreicht. Demzufolge ist eine erfindungsgemäße Windturbine dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel (N) der Rotationsachse 15 bis 25°, vorzugsweise 18 bis 22°, beträgt.

[0007] Es ist möglich den Flügeln eine beträchtliche Länge zu verleihen, sodass diese ausgehend von dem am Erdboden oder einem Fundament, gegebenenfalls einem Turm, gelegenen Rotor eine beträchtliche Höhe über dem Erdboden erreichen, in dem die Windgeschwindigkeit nicht mehr stark von der Reibung der Luft an der Erdoberfläche beeinflusst wird. Desweiteren wird durch den den Flügel erteilten Neigungswinkel nach außen in Bezug auf die zentrale Welle der Windturbine eine Zunahme der Umfangsgeschwindigkeit mit der Höhe der Schaufeln über dem Boden bzw. der Basislagerung der zentralen Welle erreicht. Damit wird die erfindungsgemäße Windturbine an das Geschwindigkeitsprofil des Windes angepasst, gemäß dem die Windgeschwindigkeit im bodennahen Bereich mit einer geringen Grenzgeschwindigkeit beginnt, welche Geschwindigkeit nach oben zunimmt. Die Flügel bzw. deren Neigung kann derart angepasst werden, dass die Umfangsgeschwindigkeit der Flügel etwa das 0,33-fache der zumeist vorherrschenden Windgeschwindigkeit beträgt, womit die Leistung der Windturbine optimiert werden kann.

[0008] Die erfindungsgemäße Windturbine ist des weiteren konstruktiv einfach aufgebaut und aufgrund der sich vergrößernden Angriffsflächen der Flügel wird ein hoher Wirkungsgrad erreicht. Der angegebene Winkelbereich ist von Bedeutung, da in diesem Bereich eine Verbesserung des Verhältnisses bzw. der Zusammenhänge zwischen den statischen Eigenschaften der Windturbine, der Flügellänge und der erreichbaren Leistung vorliegt. Es ist in einem Winkelbereich von 15° bis 25° möglich, die Flügel nur an einem Ende zu lagern und trotz hohem Wir-

kungsgrad ausreichende statische Fertigkeit zu gewährleisten.

[0009] Im Bescheid, dass aus D1 bekannt wäre, dass die Leistung des Rotors mit größerem Neigungswinkel steigt, ist nicht zutreffend, da es bei der vorliegenden Erfindung nicht allein um die Leistung des Rotors geht und ferner in D1 der Einfluss des Neigungswinkels überhaupt nicht behandelt wird; es werden lediglich die Sehnenlänge und die Form der Flügel behandelt. Im Gegenteil, es müssen erfindungsgemäß mehrere Parameter berücksichtigt werden und der Fachmann erhält aus D1 definitiv nicht die Anleitung und die Veranlassung, den Neigungswinkel von 3,5° zu vergrößern und schon gar nicht den explizit beanspruchten Bereich von 15 bis 22° zu wählen.

[0010] Ferner werden in US-Anmeldungen als Ausführungsbeispiele immer die sogenannten "best mode Ausführungen" angegeben, also diejenigen Ausführungsformen, die am besten funktionieren. Der Fachmann entnimmt daher der DI, dass am besten ein nur sehr geringer Neigungswinkel funktioniert und würde daher nicht die Veranlassung erhalten, diesen Winkel zu vergrößern. Es wird damit möglich, dass die auf dem Rotor (2) mit ihrem basisnahen Endbereich drehbar gelagerten Flügel (3) vom Rotor (2) frei nach oben abgehen bzw. auskragen bzw. nur an ihrem basisnahen Endbereich gelagert sind bzw. die Flügel (3) ausschließlich vom Schaft (11) getragen und abgestützt sind.

[0011] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Rotor für jeden Flügel ein Getriebe trägt. Das Getriebe umfasst ein Kegelzahnrad, das von einem mit der zentralen Welle drehfest verbundenen Kegelzahnrad angetrieben ist. Mit diesem Zahnrad ist ein Stirnzahnrad drehfest verbunden, das auf der gleichen Drehachse liegt und mit einem, mit dem jeweiligen Flügel verbundenen und diesen antreibenden Antriebszahnrad im Eingriff steht. Die Kegelräder bewirken eine auswärts Neigung der Zwischenwelle nach außen, sodass die Stirnzahnräder mit der gleichen Auswärtsneigung der Flügelachse kämmen können. Die doppelte Zahnzahl im Antriebszahnrad bewirkt die gewünschte Untersetzung gegenüber dem weiteren Zahnrad. Dieser Antrieb ermöglicht, dass die mit dem Rotor mit rotierten Flügel gemeinsam angetrieben und mit gleicher Geschwindigkeit rotiert werden. Damit wird auch dafür Sorge getragen, dass die mit dem Rotor in Windrichtung bewegten Flügel auf ihrer dem Wind zugewandten Breitseite angeströmt werden und zwar während ihrer gesamten Bewegung mit der Windrichtung. Sobald die Flügel mit dem Rotor gegen die Windrichtung bewegt werden, werden die Flügel derart verstellt, dass die Längsrichtung des Querschnittsprofils parallel oder unter einem spitzen Winkel zur Windrichtung steht, sodass der Winddruck auf die sich mit der Windrichtung bewegenden Flügel stärker ist.

[0012] Eine einfache Lagerung der Flügel ergibt sich, wenn die Flügel jeweils von einem Schaft getragen sind, der im Rotor in vorzugsweise zwei Lagerstellen gelagert ist, wobei vorzugsweise das Antriebszahnrad zwischen den beiden Lagerstellen am Schaft gelegen ist.

[0013] Eine hohe Effizienz bei gleichzeitiger stabiler Ausführungsweise wird erreicht, wenn dass die Dicke des Querschnittsprofils der Flügel mit zunehmendem Abstand vom Rotor abnimmt, wobei die Länge des Querschnittsprofils zunimmt.

[0014] Um die Windenergie noch besser ausnutzen zu können, kann vorgesehen sein, dass eine Anzahl von Leitschaufeln außerhalb des von den Flügeln bei ihrer Rotation mit dem Rotor und um ihre Längsachse beanspruchten Raumes angeordnet ist, die zwischen ihren Strömungsprofilen Windleitkanäle erstellen, die auf die Flügel ausgerichtet sind, wobei die Hauptströmungsrichtung in den Windleitkanälen und die Richtung der Mittellinie des Querprofils der Flügel einen gemeinsamen bzw. gleichgerichteten Bewegungsanteil bzw. -vektor besitzen. Damit wird die Luftströmung auf den Drehkreis der Flügel in einer Weise gerichtet, dass mit dem Rotor gegen die Windrichtung bewegte Flügel nur sehr wenig angeströmt werden, jedoch Flügel, die bereits einen Anteil eines Richtungsvektors besitzen, der in Windrichtung zeigt, von der durch die Leitschaufeln gelenkten Strömung in größerem Ausmaß angetrieben werden.

[0015] Erfindungsgemäß kann hierfür vorgesehen sein, dass eine Tangente an den den Flügeln zugewendeten Endpunkt der innenliegenden Querschnittsfläche der jeweiligen Leitschaufel mit

der Mittellinie eines im Anströmbereich der Leitschaufel gelegenen Flügels einen Winkel A zwischen $0 < A \leq 90^\circ$ einschließt.

[0016] Um die Winkelposition der Leitschaufeln bezüglich der zentralen Achse und der herrschenden Windrichtung einstellen zu können, ist vorgesehen, dass die Leitschaufeln auf einem Träger angeordnet und mit diesem Träger um die Achse der zentralen Welle als Mittelpunkt verdrehbar gelegen sind.

[0017] Ein stabiler Aufbau der Windturbine ergibt sich, wenn die zentrale Welle (1) auf einem Bodenlager oder Fundament rotierbar und arretierbar gelagert ist und/oder wenn der Rotor in einem der zentralen Welle nahen Umfangsbereich mit einem bodenfesten Träger, gegebenenfalls über ein Rollenlager, abgestützt ist.

[0018] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0019] Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Windturbine.

[0020] Fig. 2 zeigt eine schematische Draufsicht einer erfindungsgemäßen Windturbine.

[0021] Fig. 3 zeigt eine schematische Teilansicht, teilweise im Schnitt

[0022] Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf eine Windturbine.

[0023] Fig. 1 zeigt einen prinzipiell möglichen Aufbau einer erfindungsgemäßen Windturbine. Eine zentrale Welle 1 mit einer Achse A ist mit einem Fundament oder Grundlager 47 um die Achse A verdrehbar gelagert; des Weiteren ist die Welle 1 feststellbar. Auf dieser Welle 1 und um diese Achse A ist ein vom Wind oder durch einen Motor 24 angetriebener Rotor 2 rotierbar gelagert. Der Rotor 2 trägt für jeden Flügel 3 zwei Lager 12, in denen der Schaft 11 des Flügels 3 rotierbar gelagert ist. Der Schaft 11 trägt einen Flügel 3, der sich nach oben erstreckt, wobei die zentrale Achse R des Querschnittsprofils des Flügels 3 nach außen bezüglich der Achse A der Welle 1 unter einem Winkel N geneigt verläuft. Es ist vorgesehen, dass der Neigungswinkel N 15 bis 25°, vorzugsweise 18 bis 22°, beträgt.

[0024] Der Rotor 2 ist des weiteren mit einem die zentrale Welle 1 umgebenden, bodenfesten Träger 21, gegebenenfalls über Rollenlager 40 abgestützt, um die zentrale Welle 1 zu entlasten. Für die Rotation der Schäfte 11 und der Flügel 3 bei einer Rotation des Rotors 2 um die zentrale Welle 1 ist auf der zentralen Welle 1 ein auf dieser drehfest angebrachtes Zahnrad 7, insbesondere ein Kegelzahnrad vorgesehen, das mit einem Zahnrad 6, insbesondere einem Kegelzahnrad, kämmt, welches Zahnrad 6 mit einer Welle 9 auf dem Rotor 2 gelagert und drehfest mit einem weiteren Zahnrad 8 verbunden ist, wobei die Zahnräder 6 und 8 auf derselben Welle 9 koaxial angeordnet sind. Das weitere Zahnrad 8 kämmt mit einem Zahnrad 10, das doppelt so viele Zähne besitzt wie das Zahnrad 8. Das Zahnrad 10 ist mit dem Schaft 11 eines Flügels 3 drehfest verbunden. Damit wird erreicht, dass bei einer Umdrehung des Rotors 2 um die zentrale Welle 1 die Flügel 3 nur eine halbe Umdrehung vollführen.

[0025] Der Rotor 2 und die Welle 1 können in einem Gehäuse 25 angeordnet sein, das vorteilhafterweise ein eigenständiger feststehender Fundamentteil ist. Der Rotor 2 trägt an einer beliebig wählbaren Stelle, vorzugsweise in einem unteren außenliegenden Bereich einen Zahnkranz 22 der mit einem Zahnrad 23 kämmt, über das ein Generator oder ein Getriebe 24 antreibbar ist, um die Windleistung aufzunehmen bzw. weiterzuleiten.

[0026] Die zentrale Welle 1 kann von einer Tragkonstruktion 14 umgeben sein, welche auch den Rotor 2 umgibt, wobei der Rotor 2 mit seinem Umfangsbereich 13 auf dieser Tragkonstruktion 14 abgestützt sein kann, wozu beispielsweise am Rotor 2 oder an der Tragkonstruktion 14 entsprechende Lagerteile und Stützlager 13 vorgesehen sein können. Diese Elemente dienen zur Aufnahme der Seitenkräfte des Windes auf die Flügel 3.

[0027] Die Flügel 3 besitzen ein symmetrisches Querschnittsprofil, so wie dieses in Fig. 2 im Schnitt dargestellt ist. Es ist vorgesehen, dass die Dicke D des Querschnittsprofils der Flügel 3 mit zunehmendem Abstand vom Rotor 2 abnimmt, wobei die Länge L des Querschnittsprofils zunimmt.

[0028] Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass bei einer vorgegebenen Windrichtung, die mit den Pfeilen 16 dargestellt ist, die mit dem Rotor 2 in Rotationsrichtung 41 bewegten Flügel 3 sich gegen die Windrichtung im linken Teil der Windturbine bewegen und in diesem Bereich mit der Windrichtung 16 einen spitzen Winkel einschließen, wogegen die im rechten Teil der Windturbine mit dem Rotor 2 mit der Windrichtung 16 bewegten Flügel weitgehend quer zur Strömungsrichtung 16 des Windes ausgerichtet sind. Diese Bewegung wird durch entsprechende Einjustierung der zentralen Welle 1 in Bezug auf die Windrichtung 16 bzw. Einstellung des Rotors 2 bzw. der Zahnräder 10 in Bezug auf die zentrale Welle 1 erreicht.

[0029] Fig. 1 und 2 ist des weiteren zu entnehmen, dass außerhalb des von den Flügeln 3 für ihre Rotationsbewegung benötigten Raumes Leitschaufeln 15 angeordnet sein können, welche die Luftströmung derart kanalisieren, dass der in Fig. 1 im rechten Bereich befindliche, quer zur Windrichtung 16 verstellte Flügel 3 voll angeströmt wird. Im linken Teil der in Fig. 2 dargestellten Bewegung bzw. Ausrichtung der Flügel 3 erfolgt durch die linksliegende Leitschaufel 15, eine Kanalisierung der Luftströmung derart, dass diese möglichst auf die Querfläche des Flügels 3 trifft und diesem einen Antriebsimpuls in Richtung der Rotationsrichtung 41 des Rotors 2 verleiht. Es ist somit eine Anzahl von Leitschaufeln 15 außerhalb des von den Flügeln 3 bei ihrer Rotation mit dem Rotor 3 und um ihre Längsachse R beanspruchten Raumes angeordnet ist, die zwischen ihren Strömungsprofilen Windleitkanäle 16 erstellen, die auf die Flügel 3 ausrichtbar sind, wobei die Hauptströmungsrichtung W in den Windleitkanälen 16 und die Richtung der Mittellinie 17 des Querprofils der Flügel 3 einen gemeinsamen bzw. gleichgerichteten Bewegungsanteil bzw. -vektor besitzen.

[0030] Im linken Bereich der Fig. 2 wird zwar nur eine Seitenanströmung der Flügel 3 erreicht, jedoch wird diesen Flügeln über einen gewissen Umfangsbereich des Rotors 2 durch die Krümmung der Leitschaufeln 15 eine gewisse Antriebskomponente in Rotationsrichtung 41 erteilt. Die beiden rechtsliegenden Leitschaufeln 15 ermöglichen in diesem Bereich eine Breitseitenanströmung der Flügel 3 über nahezu 130° des Bewegungskreises der Flügel.

[0031] Die linksliegende Leitschaufel, die der Luftströmung eine Strömungsrichtung verleiht, die nahezu senkrecht zu Bewegungskreis der Flügel 3 steht, verhindert weitgehend, dass die sich gegen die Windrichtung 16 bewegenden Flügel 3 vom Wind angeströmt werden, da der Wind in Richtung auf die zentrale Welle 1 abgelenkt wird.

[0032] Es ist vorgesehen, dass die Flügel 3 bezüglich der Längsachse des Querschnittes eine symmetrische Gestaltung aufweisen, da jeder Flügel 3 bei jedem zweiten Umlauf auf seiner jeweils anderen Fläche angeströmt wird.

[0033] Die Lager 12 können entweder als Gleitlager oder Rollenlager oder Kugellager ausgeführt sein. Der Schaft 11 des Flügels 3 kann als Rohrteil ausgebildet sein, um die erforderliche Steifigkeit und gleichzeitig geringes Gewicht zu erreichen. Die Querschnittsform bzw. Profilform der Flügel 3 ist im schaftnahen Bereich aus Festigkeitsgründen relativ dick, wobei die Dicke nach oben zu bzw. im schaftfernen Bereich immer geringer wird, wobei jedoch die Länge L des Profilquerschnittes zunimmt.

[0034] Von Vorteil ist es, wenn der Rotor 2 mit Lagern auf der zentralen Welle 1 gelagert ist und zusätzlich noch mit einem Stützlager 21 abgestützt ist, um das beträchtliche Gewicht des Getriebes für die einzelnen Flügel 3 bzw. das Gewicht der Flügel 3 aufnehmen zu können. Im unteren Bereich der zentralen Welle 1 kann ein Antrieb 46, beispielsweise ein Schneckenrad vorgesehen sein, um die zentrale Welle 1 bezüglich der vorherrschenden Windrichtung ausrichten zu können. Die Flügelrotation wird derart eingestellt, dass im Gegenlauf, das heißt bei einer Bewegung der Flügel 3 durch den Rotor 2 gegen die Windrichtung 16, die Mittelachse des Profils der Flügel 3 im Wesentlichen tangential zum Bewegungskreis 43 der Flügel bzw. des Rotors 2 steht, um bei dieser Bewegung gegen den Wind eine möglichst geringe Angriffsfläche zu bieten.

[0035] Die Leitschaufeln 15 können auf einem Träger 26 angeordnet sein, der über ein nicht dargestelltes Fundament abgestützt sein kann. Der Träger 26 umgibt die zentrale Welle 1 und

ermöglicht eine Rotation der Leitschaufeln bzw. eine Einstellung der Leitschaufeln 15 um die zentrale Welle 1 herum, um diese den herrschenden Windrichtungen anpassen zu können.

[0036] Das in Fig. 1 gezeigte Getriebe zum Antrieb der Flügel ist genauer auch in Vergrößerung in Fig. 3 dargestellt. Da die Flügel nach außen geneigt sind, ist es vorteilhaft im Getriebe ein Kegelzahnrad 6 für jeden Flügel anzuordnen sein, das mit dem auf der Welle 1 angeordneten Kegelzahnrad 7 kämmt. Die Welle 1 steht bei konstanter Windrichtung still und ist präzise in dem als Rotor 2 fungierenden Getriebegehäuse mit Lagern eingepasst, sodass durch die Drehbewegung des Rotors - die Drehbewegung über die Welle 9 und das Stirnzahnrad 8 über das damit kämmende Stirnzahnrad 10 an den Schaft 11 des jeweiligen Flügels 3 weitergegeben wird. Die Welle 1 ist mit dem Schneckengetriebe 46 rotierbar oder drehfest gehalten, sodass bei festgehaltener Welle 1 die Drehung des Rotors 2 über die Zahnräder 6, 8, 10 die Drehbewegung aller Flügel 3 bewirkt. Bei Änderung der Windrichtung wird mit dem elektrischen Antrieb 46 über das Schneckenrad 20 eine neue Position entsprechend der Windrichtung für die Welle 1 und alle Flügel 3 eingestellt. Diese Position verbleibt in dieser Einstellung solange die neue Windrichtung anhält. Ein derartiges Schneckenrad ist mit starken Lagern versehen und kann auch eine Bremseinheit aufweisen. Wenn Leitschaufeln 15 vorhanden sind, so werden die durch Drehen des ihnen gemeinsamen Lagerringes 26, auf dem sie aufgebaut sind, in die passende Lage zur neuen Windrichtung gedreht. Es ist möglich und sinnvoll eine gemeinsame abgestimmte Drehbewegung für diese beiden Komponenten durch elektrischen Antrieb der jeweiligen Drehbewegungen zu erzeugen.

[0037] Die Stabilität der erfindungsgemäßen Windturbine wird erhöht, wenn der Rotor 2 im Bereich seines, insbesondere oberen, Außenumfanges von einer den Rotor 2 umgebenden Stütz- bzw. Tragkonstruktion 14 abgestützt bzw. auf dieser gelagert ist. Das Rollenlager 13 ist in einer Lagerführung der Stützkonstruktion 14 gelagert, die auch nach oben zu geschlossen ausgebildet ist, sodass auch große Windbiegungen nicht im Stande sind, den Rotor 2 aus dem Lager 13 auszukippen.

[0038] Zur Anpassung der Windturbine an unterschiedliche Windrichtungen ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die zentrale Welle 1 um ihre Achse A mit einem Antrieb 46 verdrehbar gelagert und in einer vorgegebenen Winkelposition feststellbar ist. Damit kann die gesamte Windturbine, das heißt die zentrale Welle 1 sowie der um diese rotierende Rotor 2 mit den auf dem Rotor 2 rotierbar gelagerten Flügeln 3 an die herrschende Windrichtung in einfacher Weise angepasst und festgelegt werden. Dies geschieht durch das oben erwähnte Schneckengetriebe mit Elektroantrieb und Bremse.

[0039] Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass sich das Querschnittsprofil der Flügel 3 nach oben zu länger ausgebildet ist. Aufgrund des Neigungswinkels N wird damit die Umfangsgeschwindigkeit der Länge L des Profils vergrößert, sodass eine Verbesserung des Verhältnisses von Wind: Staudruck erreicht wird. In Fig. 4 ist die Änderung des Profils, das heißt die Längenzunahme mit zunehmender Höhe ersichtlich. Man erkennt auch die Profilierung der Leitschaufeln 15.

[0040] Die optimale Einstellung auf die Windrichtung erfolgt bei den Leitschaufeln 15 durch Rotation des Trägers 26, auf dem alle Leitschaufeln 15 gemeinsam gelagert bzw. bezüglich ihrer Längsachse drehfest angeordnet sind. Die Einstellung der Flügel 3 erfolgt durch die Verdrehung der Welle 1 mit dem Kegelrad 7 durch das Schneckengetriebe 20, 46, sodass gleichzeitig der mittlere Flügel 3 quer zur Windrichtung 16 gestellt wird.

[0041] Fig. 4 zeigt die Querschnitte der Flügel 3 und der Leitschaufeln 15 im unteren Bereich, im mittleren Bereich und nahe des oberen Endes. Eine Sicherung gegen hohe Windstärken wird dadurch erreicht, dass die Leitschaufeln 15 mit ihrem Träger 26 um die zentrale Welle 1 in eine Position gebracht werden können, dass der Wind auf die Außenseite der Leitschaufeln 15 auftrifft und damit die Leitschaufeln 15 die innen liegenden Flügel 3 abdecken. Des weiteren ist es möglich, in Sturmsituationen die Antriebsverbindung zwischen den Zahnrädern 8 und 10 bzw. 6 und 7 zu unterbrechen beispielsweise durch Außereingriffbringen dieser Zahnräder und die Flügel 3 derart einzujustieren, dass diese sich mit der Längserstreckung ihres Profils parallel zur Windrichtung 16 einstellen. Dazu kann der Antriebsmotor für den Rotor 2 verwendet wer-

den, der allenfalls eine Bremseinrichtung für den Rotor 2 und/oder für die einzelnen Flügel 3 umfasst.

[0042] Die Flügel 3 können ohne weiteres eine Länge von bis zu 50m erreichen und bei entsprechenden Windgeschwindigkeiten sind hohe Leistungen im Megawattbereich erreichbar.

[0043] Von Vorteil ist es, wenn die Leitschaufeln 15 etwas höher ausgebildet sind, als die Höhe der Flügel 3, um die Flügel 3 einerseits bei Sturmwind abdecken zu können und andererseits die Windströmung optimal auf die um die zentrale Welle 1 rotierten Flügel 3 lenken zu können. Deshalb können die einzelnen Leitschaufeln 15 jeweils auf eigenen um die zentrale Welle 1 rotierbaren Trägern angeordnet sein, um die Umlenkung des Windes in Richtung auf die Flügel 3 an die jeweiligen Windverhältnisse anpassen zu können.

[0044] Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist es, dass die sich nach oben verbreiternden und mit immer größerer Winkelgeschwindigkeit umlaufenden Schaufelblätter optimal an die nach oben immer höher werdende Windgeschwindigkeit angepasst werden können und daher eine optimale Leistungsgewinnung ermöglichen. Dies erfolgt deshalb, weil die Windgeschwindigkeiten am Boden in Folge der Reibung in der Grenzschicht relativ niedrig sind, nach oben zu jedoch in beträchtlich höhere Geschwindigkeiten übergehen. In größerem Bodenabstand besitzen die Flügel der erfindungsgemäßen Windturbine eine höhere Umlaufgeschwindigkeit und eine breiter werdende Profilfläche, sodass eine Leistungserhöhung und eine optimale Anpassung an die tatsächlichen Windsituationen ermöglicht wird.

[0045] Die erzeugte Leistung wird vorteilhafterweise über einen Zahnkranz 22 und ein Ritzel 23 an Elektrogeneratoren 24 übertragen, welche die mechanische Energie der Windturbine in elektrische Energie umsetzen. Diese Energie kann direkt an Verbraucher weitergegeben werden oder durch Wasserspaltung mittels Elektrolysatoren in H₂ und O₂ und nachfolgende Lagerung der Gase in Hochdrucktanks ausgewertet werden. Dieses Speicherkonzept erlaubt auch die Nutzung von kürzeren Windspitzen.

[0046] Der Generator 24 kann auch bei entsprechender Stromversorgung als Drehantrieb für den Rotor 2 den Rotor 2 in eine gewünschte Lage verdrehen.

Patentansprüche

1. Windturbine mit einem um eine zentrale, vertikal ausgerichtete Welle (1) verdrehbar gelagerten Rotor (2) und mit einer Anzahl von auf dem Rotor (2) rotierbar gelagerten und vom Rotor (2) nach oben abgehenden Flügeln (3), wobei die Flügel (3) mit einer Winkelgeschwindigkeit rotierbar sind, die der Hälfte der Winkelgeschwindigkeit des Rotors (2) entspricht, wobei die Rotationsachse (R) der jeweiligen Flügel (3) im Bezug auf die Achse (A) der zentralen Welle (1) nach Außen geneigt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Neigungswinkel (N) der Rotationsachse 15 bis 25°, vorzugsweise 18 bis 22°, beträgt.
2. Windturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (2) für jeden Flügel (3) ein Getriebe (5) trägt, das ein Zahnrad (6), vorzugsweise Kegelzahnrad, aufweist, das mit einem mit der zentralen Welle (1) drehfest verbundenen Zahnrad (7), vorzugsweise Kegelzahnrad, kämmt bzw. von diesem angetrieben ist, wobei das Zahnrad (6) mit einem weiteren Zahnrad (8), vorzugsweise Stirnzahnrad (8), drehfest verbunden ist und auf der selben Zwischenwelle (9) liegt, und wobei dieses weitere Zahnrad (8) mit einem mit dem jeweiligen Flügel (3) verbundenen und diesen antreibenden Antriebszahnrad (10), vorzugsweise Stirnzahnrad, im Eingriff steht.
3. Windturbine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Zähne des Zahnrades (8) die Hälfte der Anzahl der Zähne des Antriebszahnrades (10) beträgt.
4. Windturbine nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flügel (3) jeweils von einem Schaft (11) getragen sind, der im Rotor (2) in vorzugsweise zwei Lagerstellen (12) gelagert ist, wobei das Antriebszahnrad (10) vorzugsweise zwischen den beiden Lagerstellen (12) am Schaft (11) gelegen ist.

5. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (2) im Bereich seines, insbesondere oberen, Außenumfanges (13) von einer den Rotor (2) umgebenden bodenfesten Trag- bzw. Stützkonstruktion (14) abgestützt bzw. auf dieser gelagert ist, welche die Seitenkräfte des Windes aufnimmt.
6. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zentrale Welle (1) um ihre Achse (A) mit einem Antrieb (46) verdrehbar gelagert und in einer vorgegebenen Winkelposition, vorzugsweise mit einer Bremseinheit, feststellbar ist.
7. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke (D) des Querschnittsprofils der Flügel (3) mit zunehmendem Abstand vom Rotor (2) abnimmt und die Länge (L) des Querschnittsprofils zunimmt.
8. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anzahl von Leitschaufeln (15) außerhalb des von den Flügeln (3) bei ihrer Rotation mit dem Rotor (3) und um ihre Längsachse (R) beanspruchten Raumes angeordnet ist, die zwischen ihren Strömungsprofilen Windleitkanäle (16) erstellen, die auf die Flügel (3) ausrichtbar sind, wobei die Hauptströmungsrichtung (W) in den Windleitkanälen (16) und die Richtung der Mittellinie (17) des Querprofils der Flügel (3) einen gemeinsamen bzw. gleichgerichteten Bewegungsanteil bzw. -vektor besitzen.
9. Windturbine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Tangente an den den Flügeln (3) zugewendeten Endpunkt der innenliegenden Querschnittsfläche der jeweiligen Leitschaufel (15) mit der Mittellinie (17) eines im Anströmbereich der Leitschaufel gelegenen Flügels (3) einen Winkel A zwischen $0 < A \leq 90^\circ$ einschließt.
10. Windturbine nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitschaufeln (15) auf einem Ringträger (26) angeordnet und mit diesem Ringträger (26) um die Achse A der zentralen Welle (1) als Mittelpunkt verdrehbar gelegen sind.
11. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zentrale Welle (1) auf einem Bodenlager oder Fundament rotierbar und arretierbar gelagert ist.
12. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (2) in einem der zentralen Welle (1) nahen Umfangsbereich mit einem bodenfesten Träger (21), gegebenenfalls über ein Rollenlager (40), abgestützt ist.
13. Windturbine nach einem der Ansprüche 10 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass zur gemeinsamen Verdrehung der Welle (1) mittels des Schneckentriebes (46) und des die Leitschaufeln (15) tragenden Ringträgers (26) elektronisch gesteuerte Elektromotoren vorgesehen sind.
14. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die auf dem Rotor (2) mit ihrem basisnahen Endbereich drehbar gelagerten Flügel (3) vom Rotor (2) frei nach oben abgehen bzw. auskragen und nur an ihrem basisnahen Endbereich gelagert sind.
15. Windturbine nach einem der Ansprüche 4 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flügel (3) ausschließlich vom Schaft (11) getragen und abgestützt sind.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

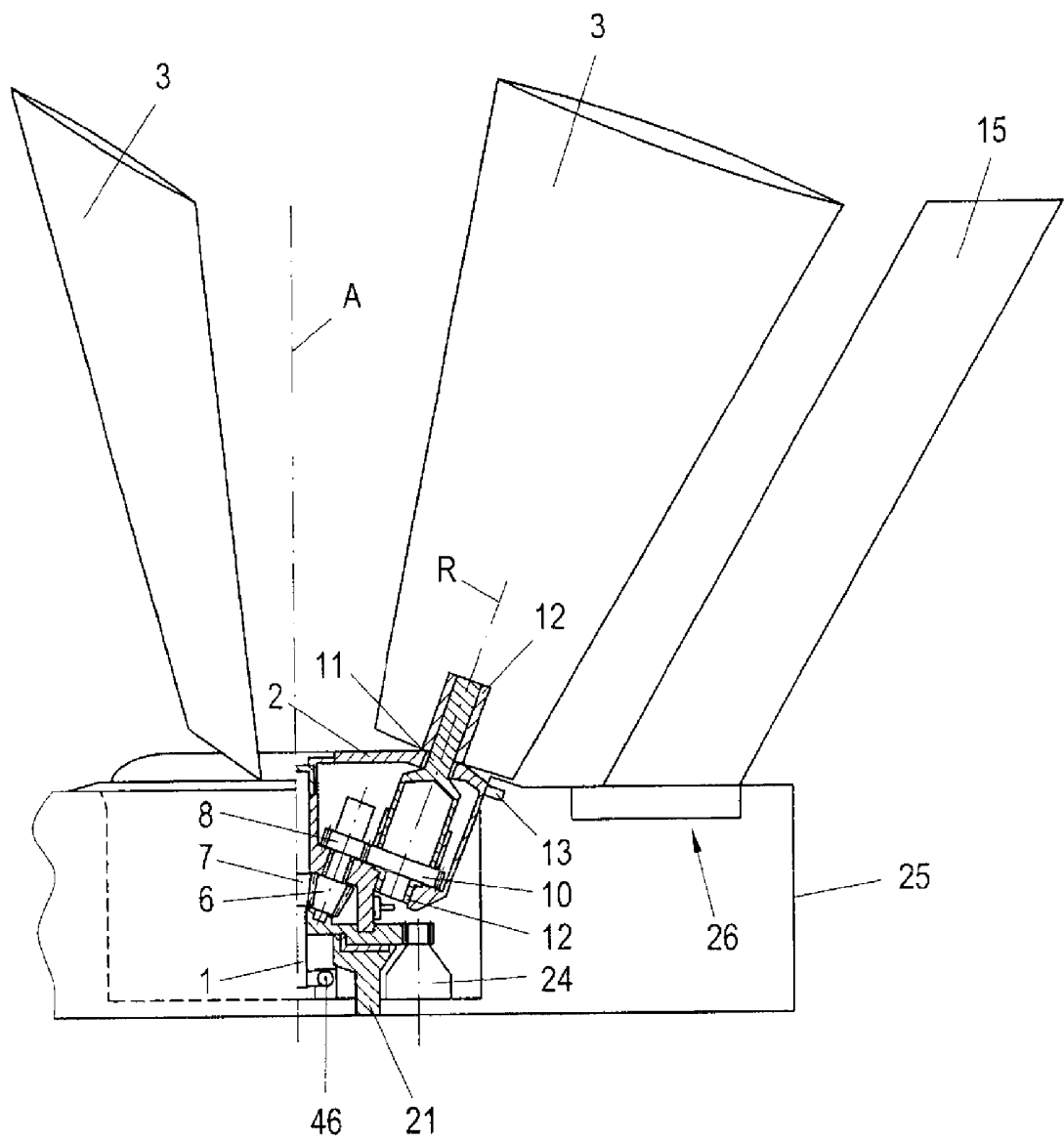


Fig. 1



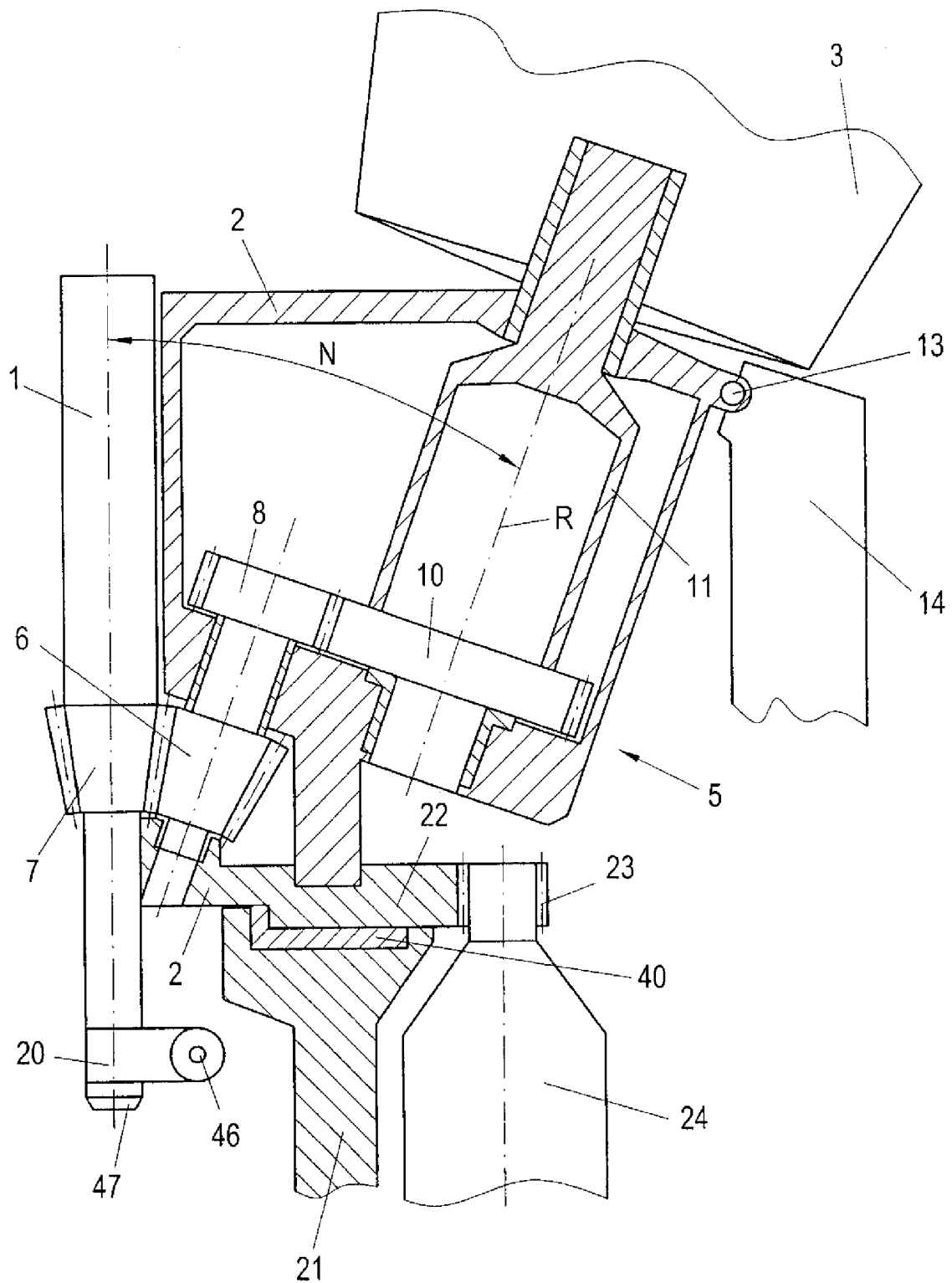


Fig. 3

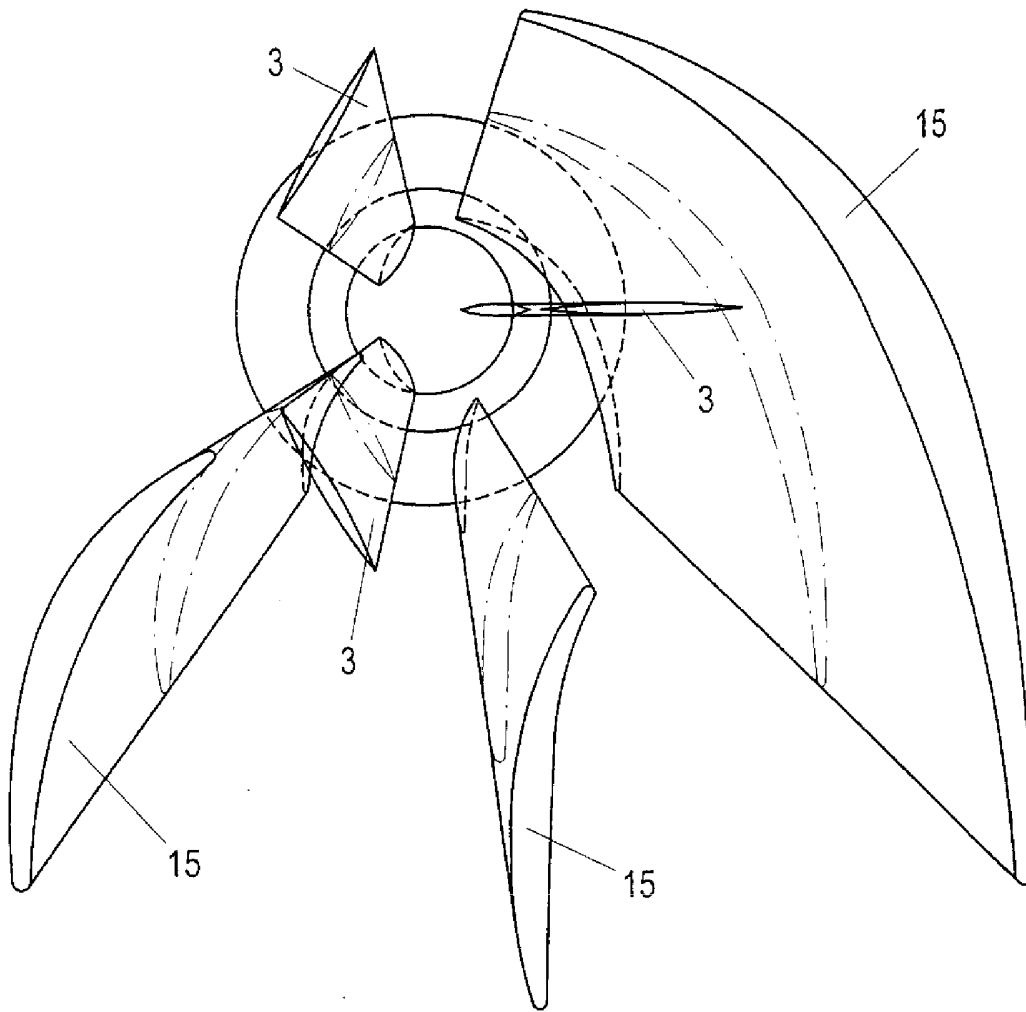


Fig. 4