



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **702 753 A1**

(51) Int. Cl.: **F03D 3/02** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00193/10

(71) Anmelder:
ZSB AG, Grundstrasse 3
5436 Würenlos (CH)

(22) Anmeldedatum: 17.02.2010

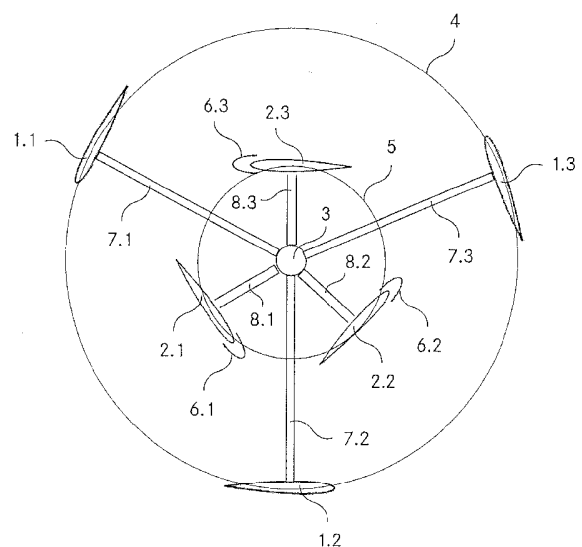
(72) Erfinder:
Siegfried Zihlmann, 5436 Würenlos (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.08.2011

(74) Vertreter:
Keller & Partner Patentanwälte AG Winterthur,
Bahnhofplatz 18
8401 Winterthur (CH)

(54) **Doppelter Darrieus-Rotor.**

(57) Eine Vorrichtung, um eine Fluidströmung in nutzbare Antriebskraft zu verwandeln, umfasst einen ersten Darrieus-Rotor mit einer ersten Schnelllaufzahl und einen zweiten Darrieus-Rotor mit einer zweiten Schnelllaufzahl, welche kleiner als die erste Schnelllaufzahl ist, wobei der zweite Darrieus-Rotor eine Anlaufhilfe für den ersten Darrieus-Rotor ist. Insbesondere weist dabei der zweite Darrieus-Rotor einen kleineren Radius auf als der erste. Zudem ist es besonders vorteilhaft, wenn der zweite Darrieus-Rotor zumindest teilweise innerhalb einer Rotationshülle des ersten liegt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verwandlung einer Fluidströmung in nutzbare Antriebskraft, wobei die Vorrichtung mindestens einen Darrieus-Rotor umfasst.

Stand der Technik

[0002] Vorrichtungen zur Nutzung von Fluidströmungen sind in einer Vielzahl von Varianten bekannt. Als besonders interessantes Grundprinzip ist der Darrieus-Rotor zu erwähnen, zu welchem viele Konstruktionsvorschläge und Weiterentwicklungen existieren.

[0003] Eine bekannte Eigenheit des Darrieus-Rotors in Windenergieanlagen ist die hohe Anlaufgeschwindigkeit, d. h. der Darrieus-Rotor läuft nicht oder erst bei relativ hohen Windgeschwindigkeiten von alleine an. In der Literatur finden sich viele Ansätze zur Verbesserung dieser Eigenschaft, so wird etwa vorgeschlagen, einen zur Stromgewinnung angeschlossenen Generator als Motor zu verwenden und den Darrieus-Rotor mit Hilfe von Strom anlaufen zu lassen (d. h. in Rotation zu versetzen). In anderen Ansätzen werden Rotorblätter derart modifizierbar gestaltet, dass die Rotorblätter bei kleinen Fluidgeschwindigkeiten einen höheren fluid-dynamischen Widerstand aufweisen und den Darrieus-Rotor anlaufen lassen, und bei grösserer Fluidgeschwindigkeit eine Form und/oder Position mit verringertem fluid-dynamischem Widerstand annehmen, um einen guten Wirkungsgrad zu erreichen. Die Rotorblätter können dazu beispielsweise aufspreizbar bzw. aufklappbar gestaltet werden. In diesem Sinn schlägt z.B. die DE 29804 581 IM vor, abspreizbare Elemente (Flügel etc.) oder veränderbare Elemente (z.B. Profildicke und/oder Profilform) vorzusehen. Auch sind Bewegungsmöglichkeiten relativ zur Strömungsrichtung des Fluids bekannte (Verdrehen, Verkippen etc.). Ebenso können fest installierte Zusatzelemente wie z. B. ein vor dem Strömungsrezeptor, d. h. Rotorblatt, montiertes wannenförmiges Vorderblatt (wie etwa in DE 4 120 908 A1) oder ein bzw. mehrere Savonius-Rotoren (wie etwa in TW 2007 16 862 A) einen vorteilhaften fluid-dynamischen Effekt erzielen. Wiederum andere Ansätze nutzen Windleitelemente zur Leitung und Bündelung des Windes (wie z. B. in WO 2006/132 923 A2) oder versuchen auf andere Weise, die relative Fluidgeschwindigkeit zu erhöhen. Weitere Ansätze kombinieren einen Darrieus-Rotor mit einer anderen Vorrichtung wie etwa einem Savonius-Rotor, welcher bei niedrigeren Fluidgeschwindigkeiten von alleine anläuft und den Darrieus-Rotor antreibt.

[0004] im Stand der Technik befinden sich auch Varianten von Darrieus-Rotoren mit Vorkehrungen zur Leistungs- und Effizienzsteigerung. Darunter fallen z. B. die bereits erwähnten Windleitelemente, aber etwa auch Elemente zur Verhinderung von unerwünschten Strömungsabrissen an Rotorblättern, wie z. B. ein sich frei drehender zweiter Darrieus-Rotor, welcher innerhalb des ersten Darrieus-Rotors liegt (DE 10 2006 040 006 A1).

[0005] Alle diese Ansätze haben ihre spezifischen Nachteile; z.B. bedingt ein motorisiertes Anlaufen eine relativ komplizierte Mess- und Regeltechnik. Jegliche reversible Veränderung des fluid-dynamischen Widerstandes der Rotorflügel durch technische und insbesondere mechanische Massnahmen ist aufwändig, störanfällig und teuer, ganz besonders bei relativ kleinen Rotorflügeln (wobei mit «relativ klein» Grössen von bis zu einigen Metern gemeint sind).

[0006] Windleitelemente bzw. Fluidleitelemente vergrössern den Raumbedarf der Vorrichtung unmässig, und der zusätzlich benötigte Raum könnte unter Umständen durch einen grösseren Darrieus-Rotor effizienter ausgenutzt werden. Zusätzliche Vorrichtungen für tiefe Anlauf-Windgeschwindigkeiten bzw. Anlauf-Fluidgeschwindigkeiten (wie etwa ein wannenförmiges Vorderblatt vor den Rotorblättern oder ein bzw. mehrere Savonius-Rotoren) verlangsamen den Darrieus-Rotor bei den höheren Fluidgeschwindigkeiten, in welchen der Darrieus-Rotor typischerweise und effizient betrieben wird.

[0007] Wird die zusätzliche Vorrichtung vom Darrieus-Rotor entkoppelbar gestaltet, so steigt der der totale Raumbedarf der Gesamtvorrichtung an und die Kupplung ist kompliziert, störanfällig und teuer. Und ein sich frei drehender zweiter Darrieus-Rotor zur Verhinderung unerwünschter Strömungsabrisskanten reduziert die Strömungsabrisskanten nicht gut genug, um eine deutliche Effizienzsteigerung des ersten Darrieus-Rotors zu ermöglichen und dadurch den zusätzlichen konstruktiven Aufwand zu rechtfertigen.

Darstellung der Erfindung

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine dem eingangs genannten technischen Gebiet zugehörige Vorrichtung zu schaffen, welche bei möglichst niedrigen Fluidgeschwindigkeiten von alleine anläuft, bei hohen Fluidgeschwindigkeiten effizient funktioniert und kompakt, stabil bzw. robust und kostengünstig realisiert werden kann.

[0009] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Gemäss der Erfindung umfasst eine Vorrichtung zur Verwandlung einer Fluidströmung in nutzbare Antriebskraft einen ersten Darrieus-Rotor mit einer ersten Schnelllaufzahl sowie einen zweiten Darrieus-Rotor mit einer zweiten Schnelllaufzahl. Die zweite Schnelllaufzahl ist dabei kleiner als die erste Schnelllaufzahl, und der zweite Darrieus-Rotor dient als Anlaufhilfe für den ersten Darrieus-Rotor.

[0010] Indem ein zweiter Darrieus-Rotor als Anlaufhilfe für den ersten Darrieus-Rotor verwendet wird, können beide Rotoren für ihre jeweilige Aufgabe optimiert werden. Der erste Darrieus-Rotor ist dabei vom weitgehend bekannten Typ und ist so ausgelegt, dass er maximale Effizienz in einem vorgegebenen Geschwindigkeitsleistungsbereich des Fluids (z. B. 5 - 15 m/s) hat und der zweite Darrieus-Rotor ist so ausgelegt, dass er bei einem vorgegebenen Anlaufgeschwindigkeitsbe-

reich des Fluids (z. B. 2 - 5 m/s) zu rotieren beginnt. Der Anlaufgeschwindigkeitsbereich liegt unterhalb des vorgegebenen Geschwindigkeitsleistungsbereichs, d. h. die beiden Bereiche sind zueinander benachbart bzw. schliessen aneinander an. In der Praxis können diese Bereiche auch teilweise überlappen.

[0011] Der zweite Darrieus-Rotor weist entsprechend seiner Funktion beispielsweise ein dickeres Flügelprofil als der erste Darrieus-Rotor auf. Der zweite Darrieus-Rotor kann auch Vorflügel bzw. durchströmte Flügel aufweisen. Der erfindungsgemässe doppelte Darrieus-Rotor bestehend aus dem ersten und zweiten Darrieus-Rotor, welche in geeigneter Weise funktionsmässig gekoppelt sind, kann aus diesem Grund bei tiefen Fluidgeschwindigkeiten von alleine anlaufen. Weil beide Rotoren nach demselben Prinzip funktionieren, vereinfacht sich die Dimensionierung der Vorrichtung und die Umsetzung in den technischen Details (Ähnlichkeit der verwendeten Komponenten und Elemente), was deren Herstellung vereinfacht und die Kosten senkt.

[0012] Als optionales Merkmal weist der zweite Darrieus-Rotor einen kleineren Radius auf als der erste.

[0013] Durch einen kleineren Radius kann der zweite Darrieus-Rotor kompakt gebaut werden, wodurch sich die Gesamtgrösse der ganzen Vorrichtung verkleinert. Radien verschiedener Grösse erlauben es zudem, im Falle von identischen oder nahe beieinander liegenden Rotationsachsen jeweilige Rotorblätter in Querrichtung versetzt anzuordnen und dadurch eine kompakte Bauweise zu erreichen.

[0014] Alternativ können der erste und der zweite Darrieus-Rotor auch dieselben Radien aufweisen, und im Extremfall kann sogar der zweite Darrieus-Rotor einen grösseren Radius aufweisen als der erste, wobei letzteres nur in sehr seltenen Fällen vorteilhaft ist.

[0015] Optional liegt der zweite Darrieus-Rotor zumindest teilweise innerhalb einer Rotationshülle des ersten.

[0016] Die Vorrichtung kann besonders kompakt gebaut werden, wenn der zweite Darrieus-Rotor wenigstens teilweise innerhalb der Rotationshülle des ersten Darrieus-Rotors liegt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der zweite Darrieus-Rotor vollständig in der Rotationshülle des ersten liegt, da der von der Vorrichtung eingenommene Raum auf diese Weise optimal genutzt werden kann. Mit Rotationshülle des ersten Darrieus-Rotors ist die Grenze des Raums gemeint, welcher vom rotierenden ersten Darrieus-Rotor durchmessen bzw. durchlaufen wird. Bei einem Rotor mit geraden Flügeln mit über ihre Länge konstantem Abstand zur Rotationsachse ist die Rotationshülle ein Kreiszylinder. Bei gebogenen Flügeln ist die Rotationshülle ein Rotationsvolumen mit entsprechend der Flügelform gestalteter Rotationsfläche.

[0017] Alternativ kann der zweite Darrieus-Rotor auch ausserhalb der Rotationshülle des ersten Darrieus-Rotors liegen, so etwa benachbart (z.B. oben oder unten bzw. rechts oder links bzw. hinten oder vorne) auf der Rotationsachse des ersten Darrieus-Rotors liegend oder auch daneben.

[0018] Als weiteres optionales Merkmal entspricht das Verhältnis der Schnelllaufzahlen dem Verhältnis der Radien der Darrieus-Rotoren.

[0019] Verhalten sich die Radien der Darrieus-Rotoren gleich zueinander wie ihre jeweiligen Schnelllaufzahlen, so weisen beide Darrieus-Rotoren dieselbe Rotationsperiode auf, d.h. beide Darrieus-Rotoren benötigen dieselbe Zeit, um sich einmal vollständig um ihre Achse zu drehen. Mit Schnelllaufzahl ist hier das Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit eines Rotorblatts am äusseren Ende des Rotors zur Fluidgeschwindigkeit gemeint (fachübliche Definition). Eine Kopplung beider Darrieus-Rotoren miteinander vereinfacht sich sehr stark, wenn beide Darrieus-Rotoren dieselbe Rotationsperiode haben, weil dadurch mechanische Getriebe, variable elektronische Kopplungen, Strömungsgetriebe und andere Kopplungen unnötig werden. Abweichungen vom idealen Verhältnis sind noch im Rahmen des optionalen Merkmals, wenn sie praktisch vernachlässigbare Auswirkungen haben (z.B. wenn sie unterhalb von 10% liegen).

[0020] Alternativ kann das Verhältnis der Schnelllaufzahlen der Darrieus-Rotoren kleiner oder auch grösser als das Verhältnis der Radien sein.

[0021] Optional sind die beiden Darrieus-Rotoren mechanisch starr gekoppelt.

[0022] Eine starre Kupplung beider Darrieus-Rotoren hat den Vorteil, einfach, stabil und kostengünstig realisierbar zu sein. Eine starre Kupplung kann meist auch sehr kompakt, leicht und robust (wenig stör anfällig) hergestellt werden. Besonders einfach ist eine starre Kupplung dann zu realisieren, wenn beide Darrieus-Rotoren dieselbe Rotationsperiode aufweisen.

[0023] Alternativ kann auch eine Kupplung verwendet werden, welche z.B. wie ein Freilauf (eine sog. Überholkupplung, wie etwa bei der Hinterradnabe eines Fahrrads) die beiden Darrieus-Rotoren entkoppelt, sobald der erste Darrieus-Rotor schneller zu rotieren beginnt als der bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten fluid-dynamisch stärker abgebremste zweite Darrieus-Rotor. Auch eine variable Kupplung (z. B. frei wählbar, linear und/oder nonlinear) mit und/oder ohne festgelegtem Kupplungsverlauf ist je nach Anwendungszweck und Einsatzgebiet verwendbar.

[0024] Als weiteres optionales Merkmal kann der zweite Darrieus-Rotor durchströmte Rotorblätter aufweisen.

[0025] Um das Anlaufen des zweiten Darrieus-Rotors bei möglichst tiefen Fluidgeschwindigkeiten zu erlauben, können seine Rotorblätter vorteilhaft als durchströmte Rotorblätter konstruiert werden. Bei durchströmten Rotorblättern wird das Profil des Rotorblatts nicht nur umströmt, sondern durchströmt, wodurch sich die zum Anlaufen nötige Fluidgeschwindigkeit verringert und der Wirkungsgrad steigt. Eine einfache Variante eines durchströmten Rotorblatts ist ein Rotorblatt mit

einem davor montierten wannenförmigen Vorderblatt, aber auch jede andere denkbare Version von mindestens teilweise durchströmten Rotorblättern ist explizit mit eingeschlossen.

[0026] Alternativ können statt durchströmter Rotorblätter auch ganz andere Vorkehrungen getroffen werden, um die zum Anlaufen nötige Geschwindigkeit zu verringern, so z.B. eine Variation der Profildicke (Rotorblätter mit dickeren Profilen laufen prinzipiell bei tieferen Fluidgeschwindigkeiten an), eine Veränderung der Position der Rotorblätter bezüglich der Strömungsrichtung des Fluids oder andere Vorkehrungen wie beispielsweise bereits im Stand der Technik aufgeführt. Dabei ist nicht ausschlaggebend, ob die Vorkehrung fest montiert oder die Veränderung reversibel ausführbar ist. Die bekannten Nachteile der entsprechenden Vorkehrungen beeinträchtigen den Wirkungsgrad der erfindungsgemässen Vorrichtung nicht in relevantem Ausmass, weil die Vorkehrungen nur am zweiten Darrieus-Rotor vorgenommen werden, nicht aber am ersten. Die Nachteile fallen besonders dann nicht sehr stark ins Gewicht, wenn der zweite Darrieus-Rotor etwa eine viel kleinere dem Fluid ausgesetzte Oberfläche hat als der erste Darrieus-Rotor, einen kleineren Radius aufweist und/oder insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten des ersten Darrieus-Rotors von selbigen entkoppelt werden kann.

[0027] Als weiteres optionales Merkmal sind der erste und/oder der zweite Darrieus-Rotor als H-Darrieus-Rotoren ausgebildet.

[0028] Ein H-Darrieus-Rotor weist zur Rotorachse parallele, gerade Rotorblätter auf und nicht die vom klassischen Darrieus-Rotor bekannten gebogenen Rotorblätter, welche an Ihren Enden auf die Rotorachse zulaufen. Die Rotorblätter sind mit Tragarmen angebracht und können je nach Bauart mit den Tragarmen zusammen eine H-förmige Form annehmen. Der H-Darrieus-Rotor kann im Vergleich mit dem klassischen Darrieus-Rotor oder vielen anderen Formen aufgrund der geraden Rotorblätter einfacher und/oder kostengünstiger hergestellt werden und weist ein grösseres Drehmoment auf, weil der Hebelarm der Rotorblätter lang ist und der vom Rotor durchmessene Raum bei einer bestimmte Rotorhöhe maximiert und optimal genutzt wird.

[0029] Alternativ können für den ersten und/oder zweiten Darrieus-Rotor verschiedene andere Formen verwendet werden, beispielsweise die klassische Form mit gebogenen Rotorblättern, bezüglich der Rotationsachse schräge bzw. spiralförmige Rotorblätter, schalenförmige Rotorblätter und viele mehr. Je nach Anforderung können der erste und zweite Darrieus-Rotor eine verschiedene Form aufweisen.

[0030] Als weiteres optionales Merkmal weisen der erste und der zweite Darrieus-Rotor jeweils 3 Rotorblätter auf.

[0031] Der Vorteil von jeweils drei Rotorblättern liegt darin, dass einerseits Darrieus-Rotoren mit mindestens drei Rotorblättern besser von alleine und bei tieferen Fluidgeschwindigkeiten anlaufen als mit ein oder zwei Rotorblättern. Weil die Rotorblätter zur Vermeidung von Unwuchten meist gleichmässig beabstandet sind, befindet sich mindestens ein Rotorblatt in einer fluid-dynamisch günstigen Position und lässt das Darrieus-Rotor anlaufen. Andererseits bleiben bei nur drei Rotorblättern relativ grosse Lücken zwischen den Rotorblättern, welche insbesondere dann von grossem Vorteil sind, wenn in einer bevorzugten Ausführungsform die Rotorblätter des zweiten Darrieus-Rotors mindestens teilweise innerhalb der Rotationshülle des ersten Darrieus-Rotors liegen und das Fluid zum Antreiben der Rotorblätter des zweiten Darrieus-Rotors durch die Lücken zwischen den Rotorblättern des ersten Darrieus-Rotors durchtreten soll.

[0032] Alternativ können aber auch ein, zwei, vier oder mehr Rotorblätter verwendet werden, und zur Vermeidung von Unwuchten können Gegengewichte etc. eingesetzt werden.

[0033] Als weiteres optionales Merkmal ist die Schnelllaufzahl des ersten Darrieus-Rotors mindestens doppelt so hoch wie diejenige des zweiten Darrieus-Rotors.

[0034] Eine hohe Schnelllaufzahl erlaubt einen hohen Wirkungsgrad des Darrieus-Rotors, allerdings ist bei einer Schnelllaufzahl von grösser als 3 kein Selbstanlauf mehr möglich. Indem die Schnelllaufzahl des ersten Darrieus-Rotors mindestens doppelt so hoch gewählt wird wie die Schnelllaufzahl des zweiten Darrieus-Rotors ist einerseits der Wirkungsgrad des ersten Darrieus-Rotors entsprechend hoch, während die Schnelllaufzahl des zweiten Darrieus-Rotor so gewählt ist, dass er von selber anlaufen kann und dem ersten Darrieus-Rotor als Anlaufhilfe dient. Je nach Grösse, Form und/oder Kopplung beider Darrieus-Rotoren kann das Verhältnis beider Schnelllaufzahlen optimiert werden, sodass ein eigenständiges Anlaufen bei tiefen Windgeschwindigkeiten durch den zweiten Darrieus-Rotor möglich ist, der erste Darrieus-Rotor jedoch einen guten Wirkungsgrad erzielt, ohne vom zweiten Darrieus-Rotor allzu stark abgebremst zu werden.

[0035] Je nach den erwarteten Strömungsgeschwindigkeiten kann die Schnelllaufzahl des ersten Darrieus-Rotors auch weniger als doppelt so hoch sein wie diejenige des zweiten Darrieus-Rotors.

[0036] Als weiteres optionales Merkmal rotieren der erste und zweite Darrieus-Rotor um vertikale Achsen und insbesondere um dieselbe vertikale Achse, wobei mit besonderem Vorteil die gesamte Vorrichtung an einem einzigen Punkt (Drehlager) auf einer Unterlage abgestützt ist.

[0037] Die Rotationsachse von Darrieus-Rotoren sollte idealerweise quer zur Strömungsrichtung des Fluids stehen. Dazu kann der Rotor aber genauso gut vertikal, horizontal oder schräg im Raum sein. Eine vertikale Rotationsachse bietet namentlich bei Windenergieanlagen den Vorteil, dass ein Ende der Rotationsachse in Richtung Boden zeigt und dadurch besonders bei Achsenlängen von einigen Metern und mehr sehr einfach zu erreichen ist, und schwere Komponenten wie Generatoren usw. am bodennahen Ende angeordnet werden können. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Rotationsachsen beider Darrieus-Rotoren identisch sind, weil die Kraftübertragung vereinfacht wird, die Gesamtgrösse kompakt ausfällt

(insbesondere bei sich mindestens teilweise überschneidenden oder sich enthaltenden Rotationshüllen) und die Lagerung bzw. Befestigung am Boden beispielsweise durch ein gemeinsames Fundament vereinfacht wird. Wird insbesondere die gesamte erfindungsgemässe Vorrichtung nur an einem einzigen Punkt wie etwa einem gemeinsamen Rotationsachsen-Ende am Boden gelagert, so vereinfacht sich die Installation, Wartung und Konstruktion der Vorrichtung.

[0038] Alternativ können die Rotationsachsen des ersten und/oder zweiten Darrieus-Rotors auch horizontal oder schräg sein, und die Rotationsachsen müssen auch nicht übereinander liegen. Die Befestigung der Vorrichtung kann auch an zwei oder mehreren Stellen erfolgen. Zu erwähnen ist die horizontale Montage im Bereich einer Dach- und/oder Seitenkante eines mehrstöckigen Gebäudes bzw. eines Hochhauses oder Wolkenkratzers sowie die Montage zwischen solchen Gebäuden oder beispielsweise auch über Täler hinweg an gegenüberliegenden Hängen.

[0039] Die Erfindung eignet sich insbesondere als Windkraftanlage für dezentrale elektrische Energieversorgung. Es können mit der Erfindung natürlich auch variable Wasserströmungen (z.B. Gezeitenströmungen) in elektrische Energie gewandelt werden.

[0040] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0041] Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 Schematische Darstellung eines Schnitts senkrecht zu den Rotationsachsen beider Darrieus-Rotoren der Vorrichtung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0042] Der in Fig. 1 dargestellte schematische horizontale Schnitt quer durch die erfindungsgemässe Vorrichtung zeigt zwei starr verbundene H-Darrieus-Rotoren, welche dieselbe vertikale Rotationsachse 3 aufweisen. Die Vorrichtung ist als Windenergieanlage ausgelegt. Der erste H-Darrieus-Rotor weist dabei drei Rotorblätter 1.1 - 1.3 auf, welche auf einer Umlaufbahn 4 um die Achse 3 rotieren. Der zweite H-Darrieus-Rotor weist drei Rotorblätter 2.1 - 2.3 auf, welche auf einer Umlaufbahn 5 um die Achse 3 rotieren.

[0043] Die Rotorblätter 1.1 - 1.3 sowie 2.1 - 2.3 sind von gerader Form und laufen parallel zur Rotationsachse 3, wobei sie im Profil wie eine Tragfläche eines Flugzeugflügels ausgeformt sind. Die Rotorblätter 1.1-1.3 und 2.1-2.3 können kostengünstig aus Strangpressprofilen aus Aluminium hergestellt werden und sind stabil, leicht und typischerweise wenige Meter lang. Die Rotorblätter 1.1 - 1.3 können wie hier dargestellt in Form und Grösse dasselbe Profil aufweisen wie die Rotorblätter 2.1 - 2.3, wobei noch jeweils in Rotationsrichtung (hier: gegen den Uhrzeigersinn) vor den Rotorblättern 2.1 - 2.3 wannenförmige Vorderblätter 6.1 - 6.3 montiert sind. Die Rotorblätter 2.1 - 2.3 des zweiten Darrieus-Rotors sind daher vom durchströmten Typ und der zweite Darrieus-Rotor weist mit 1.2 eine tiefere Schnelllaufzahl als die Schnelllaufzahl des ersten Darrieus-Rotors auf (hier drei Siebtel), der zweite Darrieus-Rotor kann jedoch selbständig und bei tiefen Windgeschwindigkeiten von z.B. 2 m/s anlaufen.

[0044] Die Rotorblätter 1.1 - 1.3 sind regelmässig auf der Umlaufbahn 4 verteilt und sind mit den Halterungen 7.1 - 7.3 an der Achse 3 befestigt. Die Halterungen 7.1 - 7.3 stehen in gegenseitig um 120 Grad versetzten Winkeln von der Achse ab und bestehen aus Aluminium. In Rotationsrichtung weisen die Halterungen 7.1-7.3 stromlinienförmige Profile auf.

[0045] Die Rotorblätter 2.1 - 2.3 sind regelmässig auf der Umlaufbahn 5 verteilt und sind mit den Halterungen 8.1 - 8.3 an der Achse 3 befestigt. Die Halterungen 8.1 - 8.3 stehen in gegenseitig um 120 Grad versetzten Winkeln von der Achse ab und liegen dabei in der Winkelhalbierenden zwischen den benachbarten Halterungen 7.1-7.3. Auch die Halterungen 8.1-8.3 bestehen aus Aluminium und weisen in Rotationsrichtung stromlinienförmige Profile auf.

[0046] Der Durchmesser der Umlaufbahn 5 beträgt drei Siebtel des Durchmessers der Umlaufbahn 4, oder generell gesagt entspricht das Verhältnis der Durchmesser der Umlaufbahnen dem Verhältnis der Schnelllaufzahlen des jeweiligen Darrieus-Rotors. Der Durchmesser der Umlaufbahn 5 beträgt dabei 2.3 Meter. Die Rotationshülle des zweiten Darrieus-Rotors liegt dabei innerhalb der Rotationshülle des ersten Darrieus-Rotors, da alle Rotorblätter gleich lang sind, parallel zueinander verlaufen und durch dieselbe Normalschnittebene zur gemeinsamen Rotationsachse begrenzt sind.

[0047] Die beschriebene Ausführungsform ist lediglich als illustratives Beispiel zu verstehen, welches im Rahmen der Erfindung beliebig erweitert oder abgewandelt werden kann. Insbesondere sind alle Grössenangaben mindestens innerhalb einer Grössenordnung problemlos skalierbar und meist auch darüber hinaus proportional anwendbar.

[0048] Die Erfindung ist nicht nur auf H-Darrieus-Rotoren beschränkt, sondern kann auch auf alle anderen Typen und Formen von Darrieus-Rotoren angewendet werden. Eine Anwendung kann ebenso gut in Windenergieanlagen erfolgen wie beispielsweise in Gezeitenkraftanlagen, in Strömungen von Flüssigkeiten (z. B. in Flüssen) oder Gasen (z. B. in Kaminen, Abgasrohren oder Bergkämmen bzw. -Schluchten) oder in anderen Bereichen mit dynamischen Fluiden.

[0049] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf Darrieus-Rotoren mit drei Rotorblättern, sondern kann auch auf Darrieus-Rotoren mit einem, zwei, vier oder mehr Rotorblättern angewendet werden. Die Rotorblätter und deren Halterungen können

neben Aluminium auch teilweise oder ganz aus verschiedenen anderen Materialien beschaffen sein, so etwa aus anderen Metallen und Legierungen, Holz, Kunststoff, Verbundwerkstoffen (insbesondere Faser-Kunststoff-Verbunden) und weiteren Materialien, welche eine robuste und leichte Bauweise erlauben.

[0050] Die Rotationsrichtung des ersten und/oder zweiten Darrieus-Rotors kann sowohl im Uhrzeigersinn als auch gegen den Uhrzeigersinn laufen, wobei beide Darrieus-Rotoren mit Vorteil in dieselbe Richtung drehen, sich aber auch gegenläufig bewegen können. Die wannenförmigen Vorderblätter des zweiten Darrieus-Rotors können durch andere Massnahmen zum besseren Anlaufen bei niedrigen Fluidgeschwindigkeiten ersetzt werden, so etwa durch anders gewählte Profildicken und -formen oder dergleichen. Die Rotorblätter des ersten und/oder zweiten Darrieus-Rotors können je nach Anwendung durchströmt oder umströmt sein, und der zweite Darrieus-Rotor kann auch bei kleineren oder grösseren Fluidgeschwindigkeiten als 2 m/s anlaufen.

[0051] Die Schnelllaufzahlen beider Darrieus-Rotoren können fest oder auch variabel in einem kleineren oder grösseren Verhältnis als sieben zu drei zueinander stehen, und die Durchmesser der Umlaufbahnen der beiden Darrieus-Rotoren können auch in einem anderen Verhältnis zueinander stehen als deren Schnelllaufzahlen. Insbesondere kann die Schnelllaufzahl des zweiten Darrieus-Rotors kleiner oder grösser als 1.2 sein. Die beiden Darrieus-Rotoren müssen auch nicht starr miteinander gekoppelt sein, sondern können beispielsweise über variable Kupplungen oder einen Freilauf miteinander verbunden sein.

[0052] Der erste bzw. zweite Darrieus-Rotor kann für verschiedene feste oder auch variable Fluidgeschwindigkeiten innerhalb des Geschwindigkeitsleistungsbereichs bzw. Anlaufgeschwindigkeitsbereichs ausgelegt und/oder optimiert sein. Dabei können beide Darrieus-Rotoren sich entweder um dieselbe oder verschiedene Rotationsachsen drehen, und die Rotationshüllen der Darrieus-Rotoren können sich schneiden, umfassen oder auch völlig voneinander getrennt sein.

[0053] Die Rotorblätter eines Darrieus-Rotors können unregelmässig und/oder in anderen Abständen als mit jeweils 120 Grad Versatz auf ihrer Umlaufbahn angeordnet sein, und auch die relative Position der Rotorblätter beider Darrieus-Rotoren zueinander kann fest oder variabel und von verschiedener Grösse sein.

[0054] Die Halterungen der Rotorblätter können anders gestaltet sein als durch radiale Streben, und das Profil der Halterungen kann von einer Stromlinienform und insbesondere von einem Tragflächenprofil eines Flugzeugflügels abweichen und beispielsweise rund oder eckig geformt sein.

Patentansprüche

1. Vorrichtung um eine Fluidströmung in nutzbare Antriebskraft zu verwandeln, umfassend einen ersten Darrieus-Rotor mit einer ersten Schnelllaufzahl und einen zweiten Darrieus-Rotor mit einer zweiten Schnelllaufzahl, welche kleiner als die erste Schnelllaufzahl ist, wobei der zweite Darrieus-Rotor eine Anlaufhilfe für den ersten Darrieus-Rotor ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Darrieus-Rotor einen kleineren Radius hat als der erste.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Darrieus-Rotor zumindest teilweise innerhalb einer Rotationshülle des ersten liegt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Schnelllaufzahlen dem Verhältnis der Radien der Darrieus-Rotoren entspricht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Darrieus-Rotoren mechanisch starr gekoppelt sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Darrieus-Rotor durchströmte Rotorblätter (2.1 - 2.3) aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite Darrieus-Rotor als H-Darrieus-Rotoren ausgebildet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Darrieus-Rotor jeweils 3 Rotorblätter (1.1 - 1.3) bzw. (2.1 - 2.3) aufweisen.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnelllaufzahl des ersten Darrieus-Rotors mindestens doppelt so hoch ist wie diejenige des zweiten Darrieus-Rotors.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Darrieus-Rotor um vertikale Achsen und insbesondere um dieselbe vertikale Achse (3) rotieren, wobei mit besonderem Vorteil die gesamte Vorrichtung an einem einzigen Punkt an einer Unterlage befestigt ist.

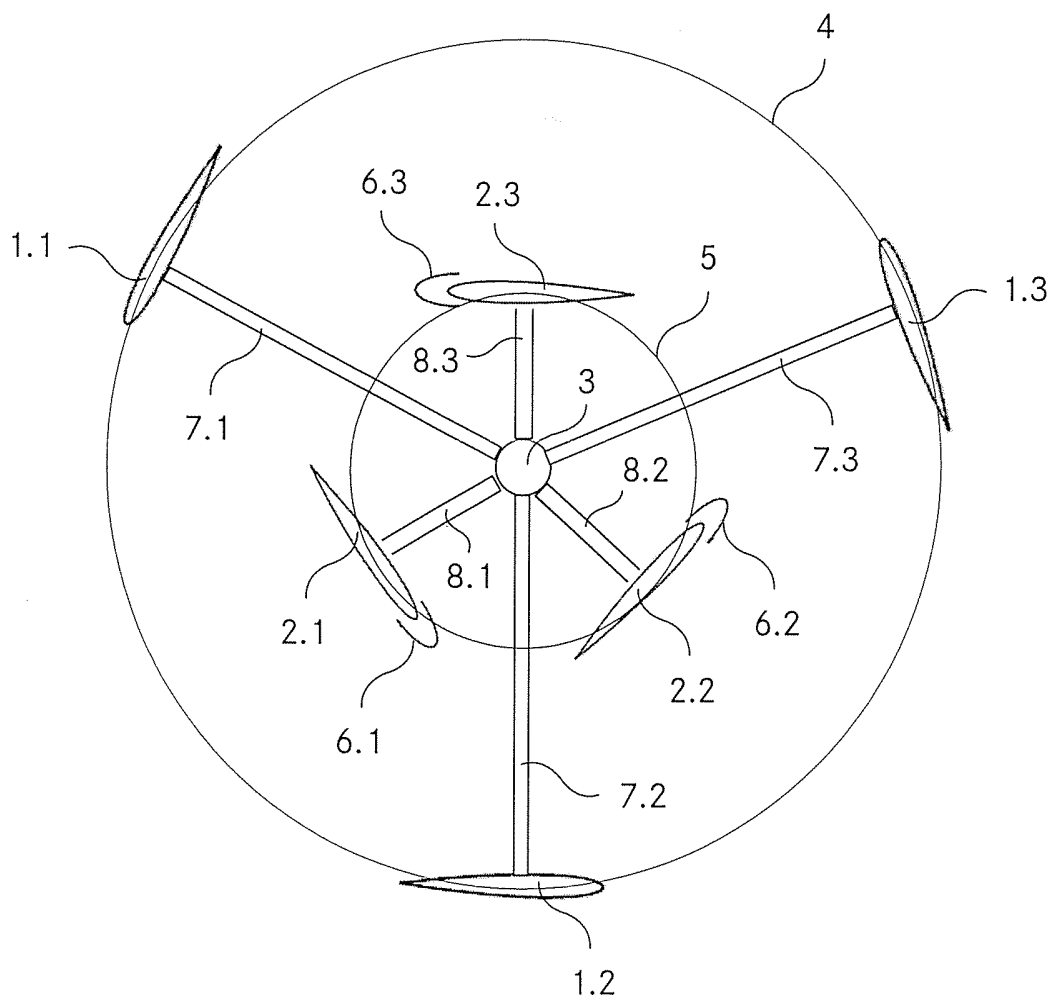


Fig. 1

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS
	82630
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum
0193/2010	17-02-2010
Anmeldeland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
CH	
Anmelder (Name)	
ZSB AG	
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat
01-07-2010	SN 54485
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC	
F03D3/02	F03D7/02
II. RESEARCHIERTE SACHGEBIETE	
Recherchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC. 8	F03D
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RESEARCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. ☐ MANGELNDE ENHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 1932010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. F03D3/02 F03D7/02		
ADD.		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfobjekt (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F03D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfobjekt gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPQ-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Blzr., Anspruch Nr.
X	DE 198 59 865 A1 (LANGE RENATE [DE]) 17. August 2000 (2000-08-17) * Spalte 1, Zeile 29 – Spalte 2, Zeile 18 * * Spalte 2, Zeile 46 – Spalte 3, Zeile 7 * * Abbildungen 3,5,6 *	1-5,8-10
X	WO 2010/013981 A2 (CYGNUS POWER CO LTD [KR]; YOON YANG IL [KR]) 4. Februar 2010 (2010-02-04)	1-4,7-10
Y	* Absätze [0012], [0031] – [0036], [0045], [0052], [0061], [0062]; Abbildungen 1,2,7-9 *	6
Y	DE 35 05 489 A1 (KEDING CARL ROBERT) 21. August 1986 (1986-08-21) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 * * Seite 1, Absatz 2 * * Seite 4, Absatz 1 *	6
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von F03D 2A entnommen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *L* älteres Dokument, das sowohl erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhafte ur- schaken zu beseitigen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbereich genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *Q* Veröffentlichung, die sich auf eine wesentliche Offenbarung einer Erfindung, eine Ausgestaltung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern zur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf offensichtlicher Fähigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf offensichtlicher Fähigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nachvollziehbar ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art		Anmeldedatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
23. September 2010		
Name und Postanschrift der internationalen Rechercheinrichtung Europäisches Patentamt, P.B. 5695 Patentkan 2 Str. – 2280 LUX 1894WIK Tel. (+31-70) 340-3140, Fax (+31-70) 340-3035		Berechtigtes Bediensteter Król, Marcin

Formblatt PCT/IS0601 (1998) (2) (Juni 2004)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören:

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 1932010

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19859865	A1	17-08-2000 CH 694595 A5	15-04-2005
WO 2010013981	A2	04-02-2010 KR 100933790 B1	24-12-2009
DE 3505489	A1	21-08-1986 KEINE	

Formblatt PCT/TRISA/201 (Anhang PatentamtStG) (Jänner 2004)