

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. April 2019 (25.04.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/076514 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F03D 1/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/072164

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. August 2018 (16.08.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
17197490.0 20. Oktober 2017 (20.10.2017) EP

(71) Anmelder: **FLOWGEN DEVELOPMENT & MANAGEMENT GMBH** [CH/CH]; General Guisan Strasse 6, 6300 Zug (CH).

(72) Erfinder: **KÜSTER, Dirk**; Bodenacherstrasse 93, 8121 Benglen (CH).

(74) Anwalt: **SCHAAD BALASS MENZL & PARTNER AG**; Dufourstrasse 101, Postfach, 8034 Zürich (CH).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: FLOW ENERGY INSTALLATION, IN PARTICULAR ENCASED WIND TURBINE

(54) Bezeichnung: STRÖMUNGSENERGIEANLAGE, INSBESONDERE MANTELWINDTURBINE

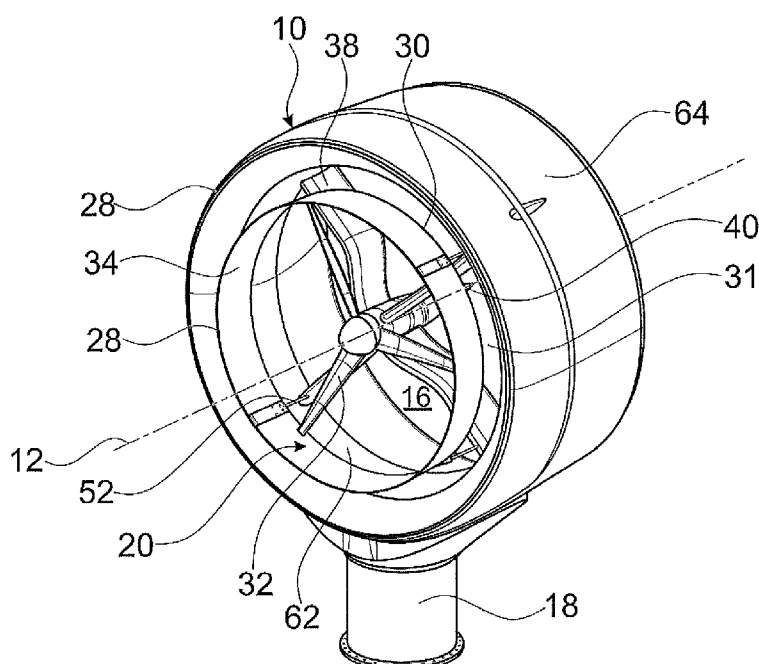


Fig. 1

(57) **Abstract:** The encased wind turbine has a casing (10) which is rotationally symmetrical with respect to the longitudinal axis (12) and which has the cross section of an airfoil profile. The top side (62), situated radially at the inside, delimits a flow channel (16). A guide element (20), which is rotationally symmetrical with respect to the longitudinal axis (12), projects with a part of the length thereof beyond the casing (10) counter to the flow direction (S). The propeller (32) drives a generator, which is arranged in the generator housing (40), for the purposes of generating electrical energy. As viewed in the flow direction (S), the propeller is situated at least approximately at the guide element profile trailing edge (30). Said propeller is impinged on by the main flow of the wind, whereas, between the casing (10) and the guide element (20), an encasing flow is generated which itself, owing to the airfoil profile (14), generates

(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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

a negative pressure downstream of the guide element (20) and thus accelerates the main flow. The propeller (32) may also be situated downstream of the guide element (20) and arranged so as to be adjustable in terms of its longitudinal position.

(57) Zusammenfassung: Die Mantelwindturbine weist einen zur Längsachse (12) rotationssymmetrischen Mantel (10) mit dem Querschnitt eines Flügelprofils auf. Die radial innen liegende Oberseite (62) begrenzt einen Strömungskanal (16). Ein zur Längsachse (12) rotationssymmetrisches Leitelement (20) steht mit einem Teil seiner Länge entgegen der Strömungsrichtung (S) über dem Mantel (10) vor. Der Propeller (32) treibt einen im Generatorgehäuse (40) angeordneten Generator zur Erzeugung elektrischer Energie an. Der Propeller befindet sich, in Strömungsrichtung (S) gesehen, wenigstens annähernd bei der Leitelementprofilhinterkante (30). Er wird vom Hauptstrom des Windes beaufschlagt, während zwischen dem Mantel (10) und dem Leitelement (29) ein Mantelstrom erzeugt wird, welcher seinerseits, infolge des Flügelprofils (14), stromabwärts des Leitelements (20) einen Unterdruck erzeugt und somit den Hauptstrom beschleunigt. Der Propeller (32) kann sich auch stromabwärts des Leitelements (20) befinden und in seiner Längsposition verstellbar angeordnet sein.

- 1 -

Strömungsenergieanlage, insbesondere Mantelwindturbine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Strömungsenergieanlage, insbesondere eine Mantelwindturbine, mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

5 Eine Mantelwindturbine ist beispielsweise aus dem Dokument US 2010/0068052 A1 bekannt. Sie weist einen von einer Turbinenverkleidung umgebenen Impeller und eine Ejektorverkleidung auf, wobei die Turbinenverkleidung und/oder die Ejektorverkleidung aufblasbare Abschnitte
10 und/oder flexible, aufblasbare Bereiche aufweisen. Die Turbinenverkleidung und/oder die Ejektorverkleidung können interne Rippen haben, deren Form und Länge veränderbar sind, um die Charakteristik der Mantelwindturbine zu ändern.

15 Das Dokument WO 2014/136032 A1 offenbart eine Mantelwindturbine, bei welcher sich der Propeller bei der kleinsten lichten Weite des von einem Mantel gebildeten Strömungskanals befindet. Die Leitelementprofilnase eines Leitelements ist bezüglich der Profilnase des Mantels, in
20 Strömungsrichtung des Fluids, stromaufwärts angeordnet und die Leitelementprofilhinterkante befindet sich, in Strömungsrichtung des Fluids, genau bei der Profilnase des Mantels.

Eine weitere Mantelwindturbine ist aus dem Dokument US
25 2009/0087308 A2 bekannt. Sie weist eine aerodynamisch geformte Turbinenverkleidung mit einem Einlass, einen Ring von Statorflügeln, einen Impeller aus einem Ring von rotierenden Schaufeln in Linie mit den Statorflügeln, und eine Mischer-/Ejektorpumpe auf, um den Luftdurchsatz durch

- 2 -

die Turbine zu steigern durch schnelles Mischen der die Turbine verlassenden Strömung mit der hochenergetischen Bypass-Windströmung.

Weiter ist in Dokument DE 30 49 791 A1 auch eine
5 Mantelwindturbine offenbart.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Strömungsenergieanlage, insbesondere eine Mantelwindturbine, mit einem guten Wirkungsgrad bei einem einfachen Aufbau zu schaffen.

10 Diese Aufgabe wird mit einer Strömungsenergieanlage beziehungsweise Mantelwindturbine gemäss Anspruch 1 gelöst.

Die Strömungsenergieanlage, welche insbesondere als Mantelwindturbine dient, weist einen zu einer Längsachse
15 wenigstens annähernd rotationsymmetrischen, ringförmigen, vorzugsweise in sich geschlossenen Mantel mit dem Querschnitt eines Flügelprofils auf. Bevorzugt ist der Mantel starr und somit unveränderlich.

Der eine Verschalung der Strömungsenergieanlage, insbesondere Mantelturbine bildende Mantel begrenzt mit
20 seiner bezüglich der Längsachse radial innen liegenden Oberseite einen Strömungskanal für ein die Strömungsenergieanlage antreibendes Fluid. Beim Einsatz der Strömungsenergieanlage als Mantelwindturbine bildet
25 die bei Wind bewegte Luft das Fluid.

Weiter weist die Strömungsenergieanlage, insbesondere Mantelwindturbine, ein zur Längsachse wenigstens annähernd rotationssymmetrisches, ringförmiges, vorzugsweise in sich geschlossenes Leitelement auf, dessen grösster

- 3 -

Aussendurchmesser kleiner ist als die kleinste lichte Weite des Strömungskanals. Das stromaufwärts liegende Ende des Leitelements, das heisst die Leitelementprofilnase, ist bezüglich der Profilnase des Mantels in Strömungsrichtung des Fluids stromaufwärts angeordnet, wobei das stromabwärts liegende Ende des Leitelements, das heisst die Leitelementprofilhinterkante, bezüglich der Profilnase des Mantels stromabwärts und bezüglich der kleinsten lichten Weite des Strömungskanals stromaufwärts angeordnet ist. Das Leitelement befindet sich somit teilweise im Strömungskanal und teilweise stromaufwärts ausserhalb des Strömungskanals.

Weiter weist die Strömungsenergieanlage, insbesondere Mantelwindturbine, einen um die Längsachse drehbaren Propeller auf, welcher vom Fluid beziehungsweise dem Wind angeströmt wird und einen elektrischen Generator zur Erzeugung elektrischer Energie antreibt.

Der Propeller befindet sich, in Strömungsrichtung gesehen, wenigstens annähernd bei der Leitelementprofilhinterkante, bevorzugt in einem stromabwärts liegenden Endabschnitt des Leitelements, welcher sich, in Richtung der Längsachse und ab der Leitelementprofilhinterkante gemessen, über einen Viertel, bevorzugt über eine Fünftel der Länge des Leitelements erstreckt.

In radialer Richtung gesehen reicht der Propeller bis auf einen Spalt zum Leitelement. Der Durchmesser des Propellers ist somit bevorzugt wenigstens annähernd gleich gross wie die lichte Weite des Leitelements.

Weiter ist es möglich, dass sich der Propeller bezüglich der Leitelementprofilhinterkante stromabwärts befindet,

- 4 -

jedoch stromaufwärts der kleinsten lichten Weite des Strömungskanals.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass bevorzugt ein Antriebsorgan vorhanden ist, welches die axiale Position
5 des Propellers einstellt. Diese Ausführungsform erlaubt eine optimale Anpassung an unterschiedliche Windverhältnisse.

Ist der Propeller stromabwärts des Leitelements angeordnet, ist sein Durchmesser bevorzugt wenigstens
10 annähernd gleich gross wie die lichte Weite des Leitelements. Er kann bei dieser Anordnung jedoch grösser gewählt werden, um auch von Mantelstrom beaufschlagt zu sein.

Bei der erfindungsgemässen Strömungsenergieanlage, insbesondere Mantelwindturbine, wird zwischen dem Mantel
15 und dem Leitelement ein Mantelstrom erzeugt, welcher infolge des Flügelprofils des Mantels bei der kleinsten lichten Weite des Strömungskanals einen Unterdruck erzeugt und somit den den Propeller beaufschlagenden Hauptstrom,
20 welcher den vom Leitelement gebildeten Hauptstromkanal durchströmt, beschleunigt. Dies führt zu einem guten Wirkungsgrad.

Bevorzugt stehen vom Mantel wenigstens annähernd in radialer Richtung gegen innen Träger ab, welche ein
25 Generatorgehäuse tragen. Dieses weist bevorzugt einen wenigstens annähernd tropfenförmigen, zur Längsachse wenigstens annähernd rotationssymmetrischen Längsschnitt auf. Im Generatorgehäuse, bevorzugt in dessen mit den Trägern fest verbundenen stationären Teil, ist der
30 Generator angeordnet. Bevorzugt ragt eine den Propeller tragende Welle, welche mit dem Generator verbunden ist,

- 5 -

entgegen der Strömungsrichtung über den stationären Teil des Generatorgehäuses vor, wobei eine auf der Welle sitzende Nasenhaube einen mit der Welle und somit dem Propeller mitdrehenden Teil des Generatorgehäuses bildet.

- 5 Diese Ausführungsform hilft weiter den Widerstand zu minimieren, um optimale Strömungsbedingungen zu erzeugen.

Bevorzugt verlaufen die Träger mit einem an den Mantel anschliessenden Aussenabschnitt annähernd rechtwinklig zur Längsrichtung und geradlinig. Bevorzugt weisen die Träger
10 zwischen dem Aussenabschnitt und dem Generatorgehäuse einen wenigstens annähernd S-förmig gebogenen Innenabschnitt auf. Bevorzugt weisen die Träger anschliessend an den Aussenabschnitt eine erste Krümmung entgegen der Strömungsrichtung und benachbart zum
15 Generatorgehäuse eine entgegengesetzte zweite Krümmung auf, sodass das radial innen liegende Ende der Träger wiederum wenigstens annähernd rechtwinklig zur Längsachse verläuft. Bevorzugt verlaufen die Träger zwischen den beiden Krümmungen geradlinig mit beispielsweise einem
20 Winkel von wenigstens annähernd 45° zur Längsachse.

Weiter weisen die Träger bevorzugt ein symmetrisches Profil, insbesondere ein symmetrisches Flügelprofil auf, um wiederum den Strömungswiderstand klein zu halten.

Bevorzugt ist das Leitelement durch Elementträger
25 getragen, welche von den Trägern entgegen der Strömungsrichtung abstehen. Bevorzugt sind diese Elementträger geradlinig ausgebildet und wenigstens annähernd parallel zur Längsachse ausgerichtet. Sie verlaufen somit in Strömungsrichtung, was den Widerstand
30 minimal hält.

- 6 -

In Richtung der Längsachse gemessen beträgt die Länge des Leitelements bevorzugt 15% bis 30% der in Richtung der Längsachse gemessenen Länge des Mantels. Besonders bevorzugt liegt die Länge des Leitelements wenigstens
5 annähernd bei 22 bis 24% der Länge des Mantels.

In Richtung der Längsachse gemessen steht das Leitelement mit 30% bis 50% seiner Länge entgegen der Strömungsrichtung über den Mantel, das heisst, bezüglich der Profilnase des Mantels, vor. Besonders bevorzugt
10 beträgt dieser Vorstand wenigstens annähernd 40%. Folglich befinden sich bevorzugt 50% bis 70%, besonders bevorzugt wenigstens annähernd 60% der Länge des Leitelements im vom Mantel gebildeten Strömungskanal.

Der Aussendurchmesser des Leitelements beträgt bevorzugt
15 85% bis 96% der lichten Weite des Strömungskanals, insbesondere wenigstens annähernd 92%. Dies führt zu einer optimalen Aufteilung zwischen Mantelstrom und Hauptstrom.

Bezüglich der kleinsten lichten Weite des Strömungskanals ist das Leitelement entgegen der Strömungsrichtung stromaufwärts versetzt. Bevorzugt trägt der Abstand
20 zwischen dem Leitelement beziehungsweise der Leitelementprofilhinterkante und der kleinsten lichten Weite des Strömungskanals 20% bis 30% der Länge des Mantels. Besonders bevorzugt beträgt dieser Abstand
25 wenigstens annähernd 23 bis 25%.

Aufwendige Simulationen und Versuche haben gezeigt, dass die oben genannten Verhältnisse zu einem optimalen Wirkungsgrad führen.

Bevorzugt ist das Flügelprofil des Mantels bikonvex
30 ausgebildet, das heisst, dass sowohl die radial

- 7 -

innenliegende Oberseite als auch die radial aussenliegende Unterseite des Flügelprofils konvex gebogen ist. Um mit dem Mantelstrom einen optimalen Unterdruck zu erzeugen, verläuft die Skelettlinie bezüglich der Profilsehne, d.h. der geradlinigen Verbindung zwischen der Profilnase und Profilhinterkante, bevorzugt auf der radial innen liegenden Seite. Die Skelettlinie ist durch die Mittelpunkte der grösst möglichen Kreise im Flügelprofil gebildet.

Bevorzugt verläuft die Profilsehne wenigstens annähernd parallel zur Längsachse oder sie schliesst mit einer stromabwärtsseitigen geradlinigen Verlängerung mit der Längsachse einen spitzen Winkel ein. Dieser ist bevorzugt kleiner als 5° . Auch durch diese Massnahme werden optimale Strömungsverhältnisse gefördert.

Es sei jedoch erwähnt, dass die Profilsehne sich in stromabwärts zeigender Richtung von der Längsachse weiter entfernen kann, um den Auslass zu vergrössern. In diesem Fall schliesst die Profilsehne mit einer stromaufwärtsseitigen geradlinigen Verlängerung mit der Längsachse einen spitzen Winkel ein, welcher bevorzugt kleiner als 10° , insbesondere kleiner als 5° ist.

Bevorzugt beträgt die Profilwölbung 0.06 bis 0.08, insbesondere wenigstens annähernd 0.07. Unter Profilwölbung ist die grösste Abweichung der Skelettlinie von der Profilsehne zu verstehen, wobei diese grösste Abweichung dividiert durch die Länge der Profilsehne gebildet ist.

Die Profildicke beträgt bevorzugt 0.19 bis 0.3, insbesondere wenigstens annähernd 0.22 bis 0.24, insbesondere 0.23. Unter Profildicke ist der grösst

- 8 -

mögliche Kreisdurchmesser auf der Skelettlinie zwischen der Profiloberseite und der Profilunterseite zu verstehen. Sie wird durch das Verhältnis dieses grösst möglichen Kreisdurchmessers durch die Länge der Profilsehne
5 angegeben.

Die Wölbungsrücklage beträgt bevorzugt 0.3 bis 0.45, insbesondere wenigstens annähernd 0.36 bis 0.38. Die Wölbungsrücklage bezeichnet den Abstand von der Profilnase, den der Punkt in maximaler Höhe der
10 Skelettlinie hat. Sie wird angegeben durch diesen Abstand bezogen auf die Länge der Profilsehne.

Auch das Flügelprofil gemäss den obigen Angaben wurde aufgrund von aufwendigen Simulationen als optimal für Windverhältnisse in mittleren nördlichen Breiten
15 ermittelt.

Bevorzugt weist auch das Leitelement den Querschnitt eines Flügelprofils auf, wobei dieses Flügelprofil bevorzugt ebenfalls bikonvex ausgebildet ist. Auch beim Leitelement verläuft die Profilsehne bevorzugt wenigstens annähernd
20 parallel zur Längsachse.

Bevorzugt weis der Rotor einen Durchmesser von 2.5 m bis 6 m auf, insbesondere wenigstens annähernd 3 m.

Die Erfindung wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es
25 zeigen rein schematisch:

Fig. 1 in perspektiver Darstellung eine als Mantelwindturbine ausgestaltete Strömungsenergieanlage;

- 9 -

Fig. 2 die Mantelwindturbine gemäss Fig. 1 in Frontalansicht;

Fig. 3 die stationären Teile der Mantelwindturbine gemäss Fig. 1 und 2 in einer perspektivischen Ansicht schräg von hinten;

Fig. 4 eine Strichzeichnung der Mantelwindturbine gemäss Fig. 1 bis 3 in Frontalansicht;

Fig. 5 die Mantelwindturbine gemäss den Fig. 1 bis 4 in einem Horizontalschnitt entsprechend der Schnittlinie V-V der Fig. 4; und

Fig. 6 einen vergrösserten Ausschnitt der Fig. 5.

Die in den Figuren gezeigte Mantelwindturbine weist einen Mantel 10 auf, welcher eine Verkleidung der Mantelwindturbine bildet. Der Mantel 10 ist zur Längsachse 12 der Mantelwindturbine rotationssymmetrisch ausgebildet. Der Querschnitt des Mantels 10 bildet ein Flügelprofil 14, wie dies insbesondere aus den Fig. 5 und 6 erkennbar ist.

Die radial innen liegende Oberseite 62 des Flügelprofils und somit des Mantels 10 begrenzt einen Strömungskanal 16 für das die Mantelwindturbine antreibende Fluid, im vorliegenden Fall den Wind.

Der Mantel 10 ist von einem beispielsweise rohrförmigen Vertikalträger 18 abgestützt, welcher um die Vertikalachse drehbar ist, um die Mantelwindturbine optimal bezüglich der Windrichtung auszurichten.

- 10 -

Die Mantelwindturbine weist weiter ein Leitelement 20 auf, welches in sich geschlossen ringförmig und zur Längsachse 12 rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Der grösste Aussendurchmesser 22 (Fig. 6) des Leitelements ist kleiner
5 als die kleinste lichte Weite 24 des Strömungskanals 16.

Das stromaufwärts liegende Ende des Leitelements 20, die Leitelementprofilnase 26, ist bezüglich der Strömungsrichtung S stromaufwärts der Profilnase 28 des Mantels 10 angeordnet. Das stromabwärts liegende Ende des
10 Leitelements 20, die Leitelementprofilhinterkante 30, befindet sich bezüglich der Profilnase 28 stromabwärts, jedoch bezüglich der kleinsten lichten Weite 24 stromaufwärts.

Der Mantel 10 und das Leitelement 20 begrenzen somit einen
15 kreisringförmigen Mantelstromkanal 31 für den Wind.

Die Mantelwindturbine weist weiter einen, im gezeigten Ausführungsbeispiel drei blättrigen Propeller 32 auf, welcher um die Längsachse 12 drehbar gelagert ist. Der Propeller 32 befindet sich, in Strömungsrichtung S
20 gesehen, in einem stromaufwärts liegenden Endbereich des Leitelements 20, welcher sich, von der Leitelementprofilhinterkante 30 her gemessen, über 20% der Länge des Leitelements 20 erstreckt. Bei der gezeigten Ausführungsform wird der Propeller 32 somit vom
25 Hauptfluidstrom angeströmt, welcher den vom Leitelement gebildeten Hauptstromkanal 34 durchströmt.

Der Propeller 32 reicht in radialer Richtung bis auf einen konstruktiv möglichst kleinen Spalt bis zum Leitelement 20.

- 11 -

Der Propeller 32 treibt zur Erzeugung elektrischer Energie einen Generator 36 an.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass sich der Propeller 32, in Richtung der Längsachse 12 gesehen, bei
5 der Leitelementprofilhinterkante 30 oder bezüglich dieser stromabwärts befinden kann, wie dies in der Fig. 6 mit einem gestrichelt gezeigten Propeller angedeutet ist. Der Propeller 32 befindet sich jedoch auch bei dieser Ausführungsform benachbart zur
10 Leitelementprofilhinterkante 30 und stromaufwärts der kleinsten lichten Weite 24 des Strömungskanals 16.

Vom Mantel 10 stehen, in radialer Richtung gegen innen, im gezeigten Ausführungsbeispiel vier Träger 38 ab. Sie haben den Querschnitt eines symmetrischen Flügelprofils und
15 tragen mit ihrem radial innen liegenden Ende ein Generatorgehäuse 40. Dieses Generatorgehäuse 40 ist tropfenförmig und zur Längsachse 12 rotationssymmetrisch ausgebildet.

Die Träger 38 weisen einen rechtwinklig zur Längsachse 12 verlaufenden, geradlinigen Aussenabschnitt 42 auf, welcher
20 sich vom Mantel 10 etwa bis zur Mitte zwischen dem Mantel 12 und dem Generatorgehäuse 40 erstreckt. Ein an den Aussenabschnitt 42 anschliessender Innenabschnitt 44 ist S-förmig gebogen. Er weist anschliessend an den
25 Aussenabschnitt 42 eine erste Krümmung entgegen der Strömungsrichtung S und benachbart zum Generatorgehäuse 40 eine entgegengesetzte zweite Krümmung auf. Zwischen diesen Krümmungen verläuft der Innenabschnitt geradlinig, mit einem Winkel von etwa 45° zur Längsachse 12.

- 12 -

Die vier in einem Winkel von 45° zu Horizontalen beziehungsweise Vertikalen angeordneten, aufeinander zu verlaufenden Träger 38 tragen einen stationären Teil 46 des Generatorgehäuses 40, in welchem der Generator 36 und
5 gegebenenfalls ein Getriebe angeordnet ist. Bezüglich dieses stationären Teils 36 steht entgegen der Strömungsrichtung S eine zur Längsachse 12 konzentrische Welle 48 ab, auf welcher der Propeller 32 sitzt. Ein stromaufwärtsseitiger Teil des Generatorgehäuses 40 ist
10 durch eine Wellenhaube 50 gebildet, welche mit der Welle 48 und somit dem Propeller 32 mitdreht und zu optimalen Strömungsbedingungen beiträgt.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass elektrische Leitungen vom Generator 36 durch mindestens einen der
15 Träger 38 und von dort durch den Mantel zum Vertikalträger 18 verlaufen. Dies einerseits um die erzeugte elektrische Energie wegzuleiten und andererseits Steuerbeziehungsweise Sensorsignale zu beziehungsweise vom Generator wegzuführen.

20 Von jedem der Träger 38 steht vom Aussenabschnitt 42 entgegen der Strömungsrichtung S ein Elementträger 52 ab, welcher andernends mit der Leitelementprofilhinterkante 30 verbunden ist, um das stationäre Leitelement 20 zu tragen.

Es sei auch erwähnt, dass es möglich ist, die axiale
25 Position des Propellers 32 einstellbar auszugestalten. So ist es möglich, ein vorzugsweise im Generatorgehäuse 40 angeordnetes Stellorgan 53 vorzusehen, um den Propeller 32 in seiner axialen Position zu verschieben, bevorzugt durch verschieben des Generatorgehäuses 40 bezüglich der Träger
30 38. In diesem Fall sind bevorzugt die Träger 38 bezüglich

- 13 -

ihrer in der Zeichnung dargestellten Position stromabwärts versetzt angeordnet.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt die in Richtung der Längsachse 12 gemessene Länge 54 des Leitelements 23%
5 der Länge 56 des Mantels 10.

Der Aussendurchmesser des Leitelements 22 beträgt im gezeigten Ausführungsbeispiel 92% der kleinsten lichten Weite 24 des Strömungskanals 16.

In Richtung der Längsachse 12 gemessen, befindet sich die
10 Leitelementprofilnase 26 bezüglich der Profilnase 28 des Mantels um 40% bezogen auf die Länge 56 des Mantels 10 stromaufwärts. Dieser Vorstand ist in Fig. 6 mit 58 bezeichnet.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Abstand 60
15 zwischen dem Leitelement 20 und somit dessen Leitelementprofilhinterkante 30 und der kleinsten lichten Weite 24 des Strömungskanals 16 24% der Länge 56 des Mantels 10.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der
20 Querschnitt des Leitelements 20 ebenfalls bikonvex, jedoch gestreckt ausgebildet ist. Mit andern Worten ist die radiale Dicke des Leitelements 20 bezüglich dessen Länge 54 gering.

Der Querschnitt des Mantels 10 ist bikonvex ausgebildet;
25 folglich ist die den Strömungskanal 16 begrenzende Profiloberseite 62 als auch die radial aussenliegende Profilunterseite 64 konvex gebogen.

- 14 -

Die Skelettlinie 66 des Flügelprofils 14 des Mantels 10 verläuft bezüglich der Profilsehne 68 auf der der Längsachse 12 zugewandten, radial innen liegenden Seite. Das Flügelprofil 14 ist somit radial innen stärker gebogen
5 als radial aussen.

Die Profilsehne 68 schliesst zwischen einer geradlinigen, stromabwärtsseitigen Verlängerung mit der Längsachse einen kleinen Winkel α von etwa 2° ein.

Die Profilwölbung 70 beträgt 0.07, die Profildicke 72 0.23
10 und die Wölbungsrücklage 74 0.37.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Länge 76 der Mantelwindturbine um ca. 10% länger als die Länge 56 des Mantels 10.

Die Länge 76 der Mantelwindturbine kann beispielsweise 2.4
15 m und die Länge 56 des Mantels beispielsweise 2.2 m betragen. Entsprechend kann der Aussendurchmesser 78 des Mantels bei 4.4 m, der Aussendurchmesser des Leitelements bei 3.1 m und der Durchmesser des Rotors bei 3.0 m liegen. Die Mantelwindturbine kann jedoch bezüglich dieser
20 Abmessung grösser oder kleiner ausgebildet werden.

Patentansprüche

1. Strömungsenergieanlage, insbesondere
Mantelwindturbine, mit einem eine Längsachse (12)
5 definierenden, zur Längsachse (12) wenigstens
annähernd rotationssymmetrischen, ringförmigen Mantel
(10), welcher den Querschnitt eines Flügelprofils
(14) aufweist und dessen radial innenliegende
Oberseite (62) einen Strömungskanal (16) für ein
10 Fluid begrenzt, einem zur Längsachse (12) wenigstens
annähernd rotationssymmetrischen, ringförmigen
Leitelement (20), dessen grösster Aussendurchmesser
(22) kleiner ist als die kleinste lichte Weite (24)
des Strömungskanals (16), und dessen
15 Leitelementprofilnase (26) bezüglich der Profilnase
(28) des Mantels (10), in Strömungsrichtung (S) des
Fluids, stromaufwärts und dessen
Leitelementprofilhinterkante (30) bezüglich der
Profilnase (28) stromabwärts sowie bezüglich der
20 kleinsten lichten Weite (24) des Strömungskanals (16)
stromaufwärts angeordnet ist, und einem im
Strömungskanal (16) angeordneten, um die Längsachse
(12) drehbaren, vom Fluid angeströmten Propeller (32)
zum Antrieb eines elektrischen Generators (36), wobei
25 sich der Propeller (32), in Strömungsrichtung (S)
gesehen, wenigstens annähernd bei der
Leitelementprofilhinterkante (30) oder bezüglich des
Leitelements (20) stromabwärts befindet.
2. Strömungsenergieanlage nach Anspruch 1, dadurch
30 gekennzeichnet, dass der Propeller (32) sich, in

- 16 -

Strömungsrichtung (S) gesehen, wenigstens annähernd bei der Leitelementprofilhinterkante (30) befindet und der Durchmesser des Propellers wenigstens annähernd gleich gross ist wie die lichte Weite des
5 Leitelements (20).

3. Strömungsenergieanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Propeller (32) sich in einem stromabwärts liegenden Endabschnitt des Leitelements (20) befindet, welcher sich, in Richtung der
10 Längsachse (12) und ab der Leitelementprofilhinterkante (30) gemessen, über einen Viertel, bevorzugt über einen Fünftel der Länge des Leitelements (20) erstreckt.

4. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis
15 3, dadurch gekennzeichnet, dass vom Mantel (10), wenigstens annähernd in radialer Richtung gegen innen, Träger (38) abstehen, welche ein einen wenigstens annähernd tropfenförmigen, zur Längsachse (12) wenigstens annähernd rotationssymmetrischen
20 Längsschnitt aufweisendes Generatorgehäuse (40) tragen, in welchen der Generator (36) und eine den Propeller (32) tragende Welle (48) angeordnet ist, und vorzugsweise die Träger (38) ein symmetrisches Flügelprofil aufweisen.

25 5. Strömungsenergieanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Träger (38) einen wenigstens annähernd rechtwinklig zur Längsachse (12) verlaufenden, an den Mantel (10) anschliessenden, wenigstens annähernd geradlinigen Aussenabschnitt
30 (42) und zwischen diesem und dem Generatorgehäuse

- 17 -

(40) einen wenigstens annähernd S-förmig gebogenen Innenabschnitt (44) aufweisen.

6. Strömungsenergieanlage nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass von den Trägern (38) entgegen der Strömungsrichtung (S) und wenigstens annähernd parallel zur Längsachse (12) verlaufende Elementträger (52) abstehen, welche das Leitelement (20) tragen.
7. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass, in Richtung der Längsachse (12) gemessen, die Länge (54) des Leitelements (20) 15% bis 30%, insbesondere wenigstens annähernd 23% der Länge des Mantels (10) beträgt.
8. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass, in Richtung der Längsachse (12) gemessen, das Leitelement (20) mit 30% bis 50%, insbesondere wenigstens annähernd 40%, seiner Länge (54) entgegen der Strömungsrichtung (S) über den Mantel (10) vorsteht.
9. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser (78) des Leitelements (20) 85% bis 96%, insbesondere wenigstens annähernd 92% der kleinsten lichten Weite (24) des Strömungskanals (16) beträgt.
10. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass, in Richtung der Längsachse (12) gemessen, der Abstand (60) zwischen dem Leitelement (20) und der kleinsten lichten Weite (24) des Strömungskanals (16) 20% bis 30%,

- 18 -

insbesondere wenigstens annähernd 24% der Länge (56) des Mantels (10) beträgt.

11. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Flügelprofil (14) des Mantels (10) bikonvex ausgebildet ist, wobei die Skelettlinie (66) bezüglich der Profilsehne (68) auf der der Längsachse (12) zugewandten Seite verläuft.
12. Strömungsenergieanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilsehne (68) wenigstens annähernd parallel zur Längsachse (12) verläuft oder eine stromabwärtsseitige geradlinige Verlängerung der Profilsehne (68) und die Längsachse (12) einen spitzen Winkel (α) einschliessen, welcher vorzugsweise kleiner als 5° ist.
13. Strömungsenergieanlage nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Profildicke (70) 0.06 bis 0.08, insbesondere wenigstens annähernd 0.07 beträgt.
14. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Profildicke (72) 0.19 bis 0.30, insbesondere wenigstens annähernd 0.23 beträgt.
15. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Wölbungsrücklage (74) 0.3 bis 0.45, insbesondere wenigstens annähernd 0.37 beträgt.

- 19 -

16. Strömungsenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitelement (20) den Querschnitt eines Flügelprofils aufweist.
17. Strömungsenergieanlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Leitelements (20) bikonvex ausgebildet ist und die Profilsehne des Leitelements (20) wenigstens annähernd parallel zur Längsachse (12) verläuft.

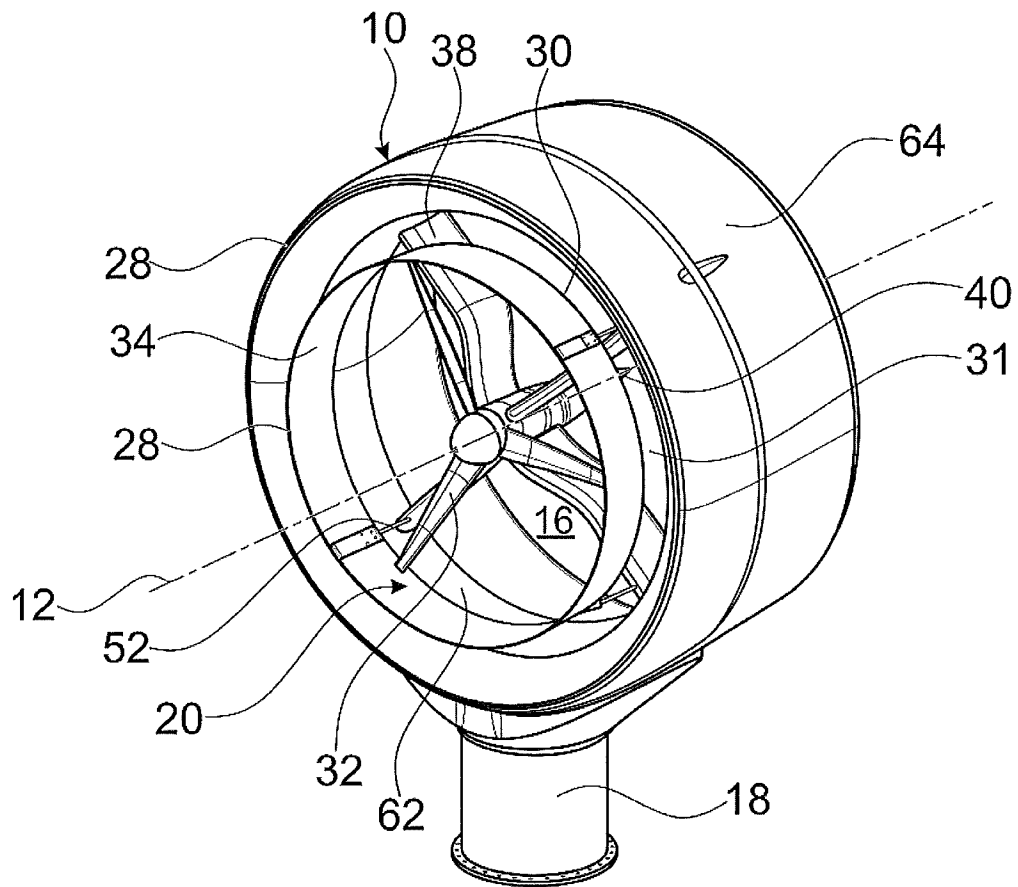


Fig. 1

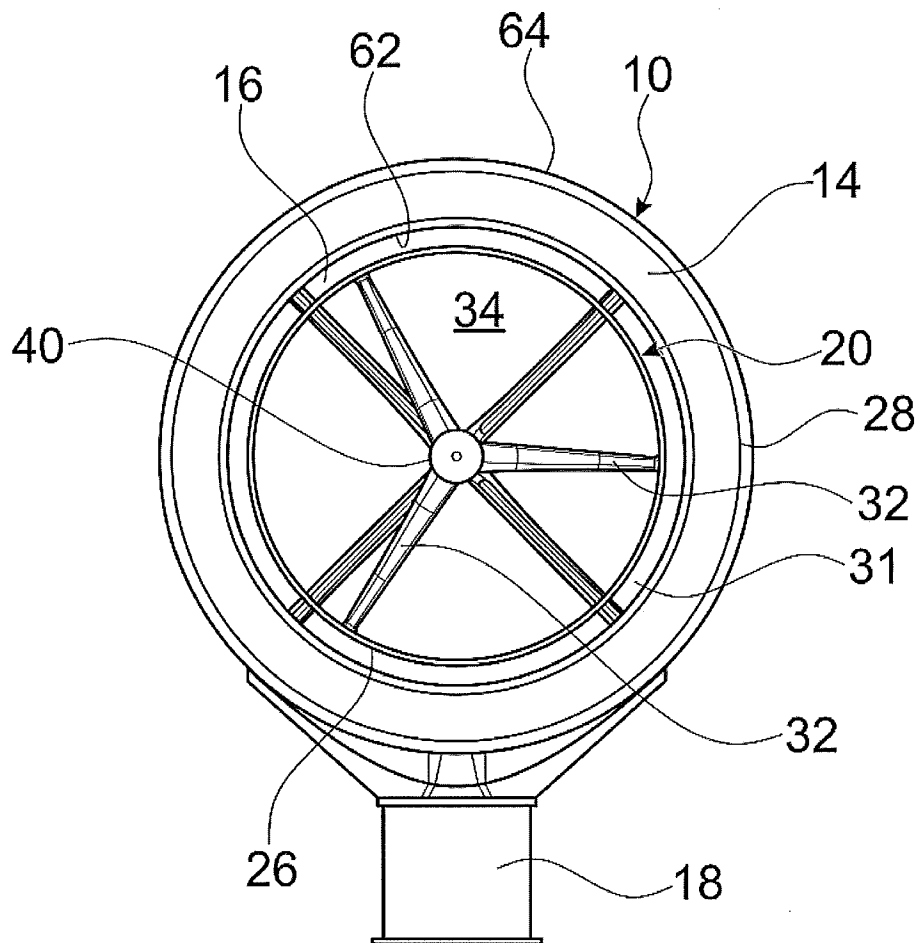


Fig. 2

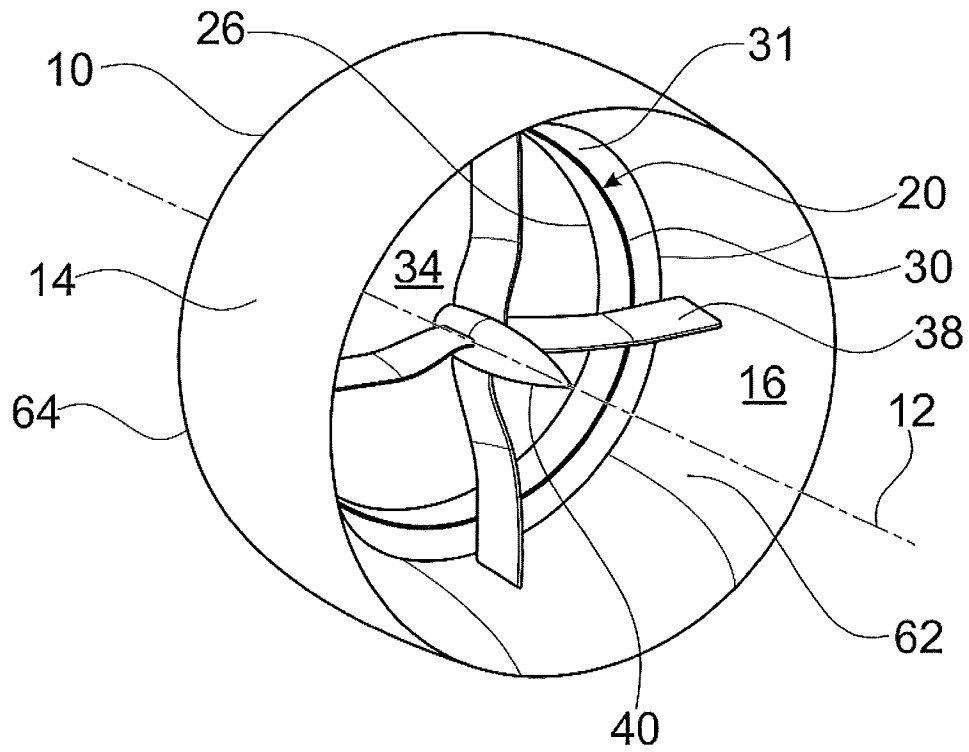


Fig. 3

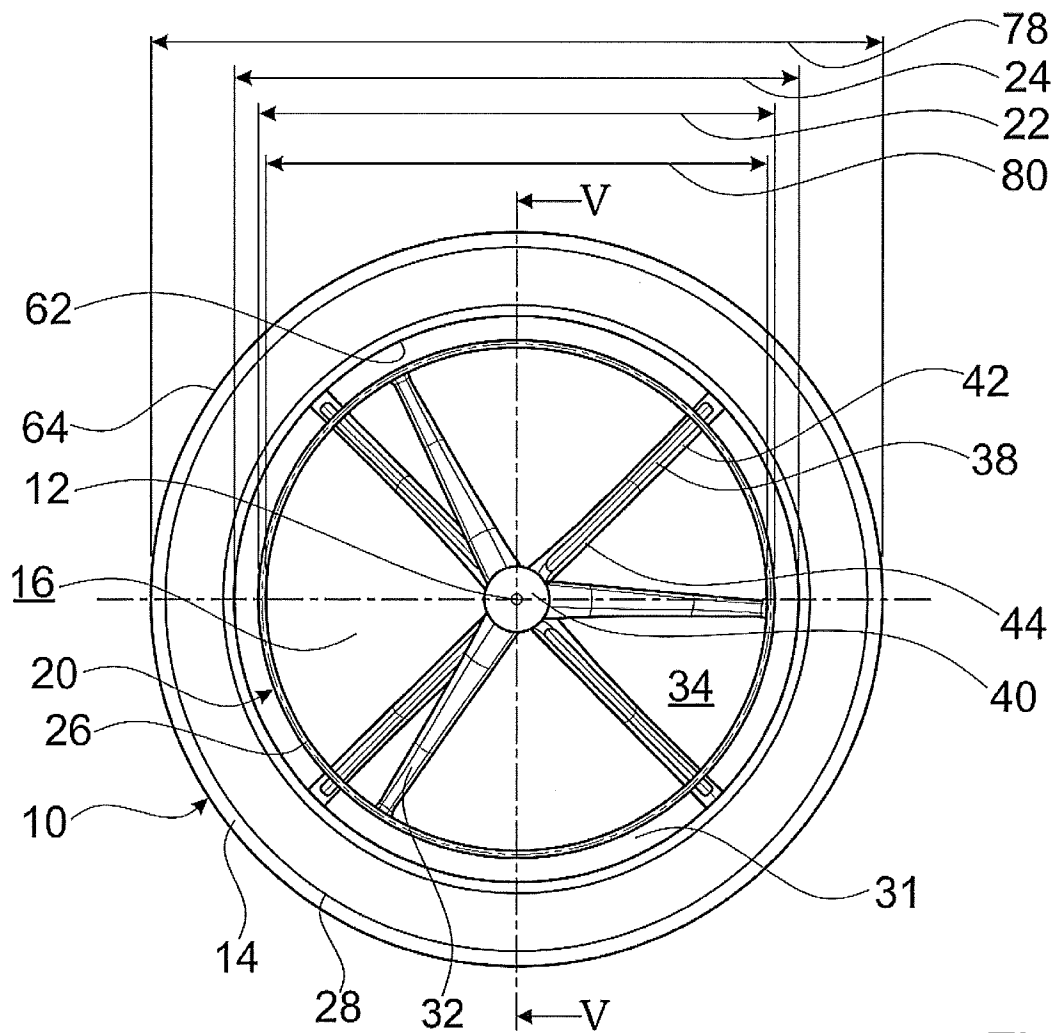


Fig. 4

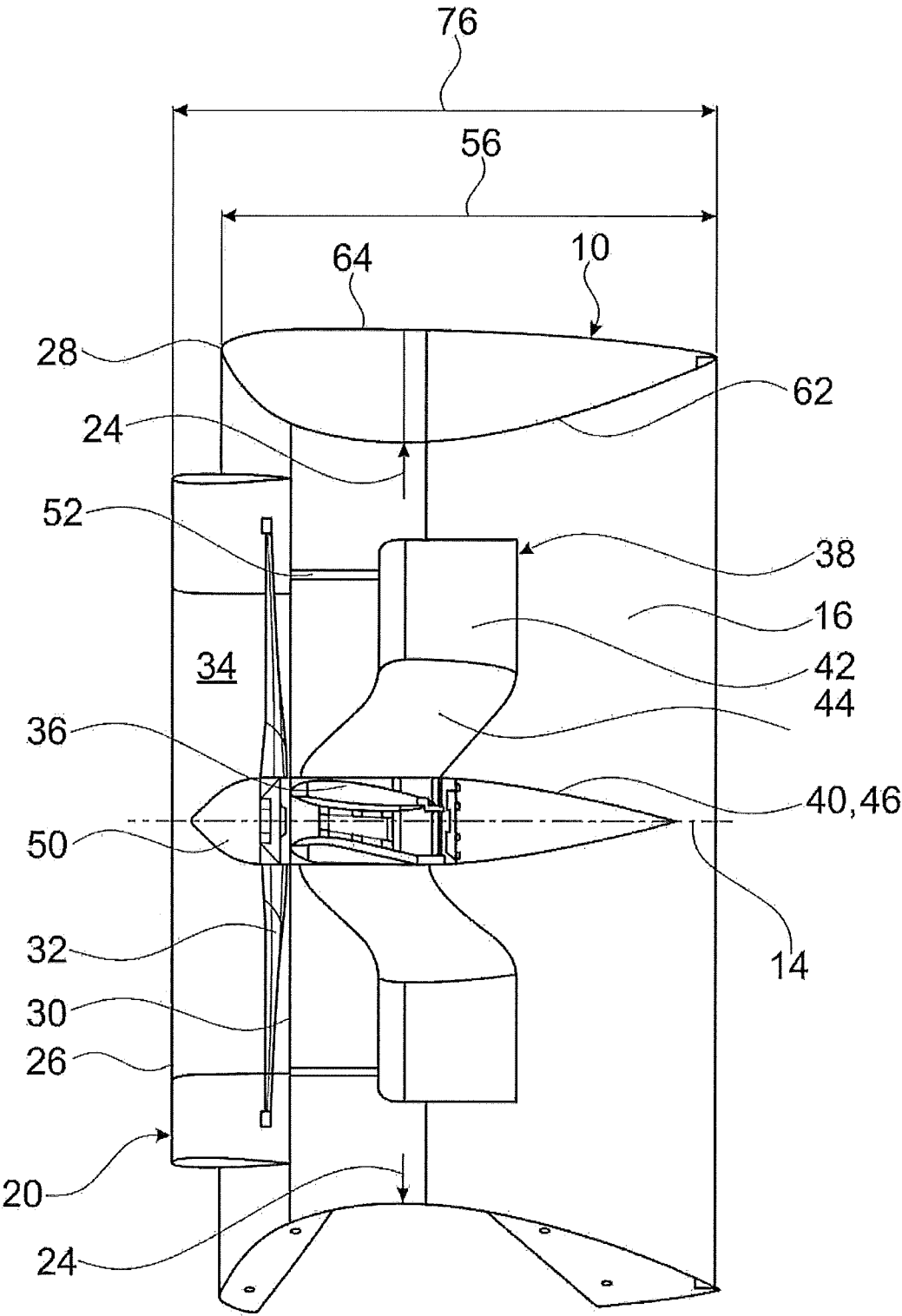


Fig. 5

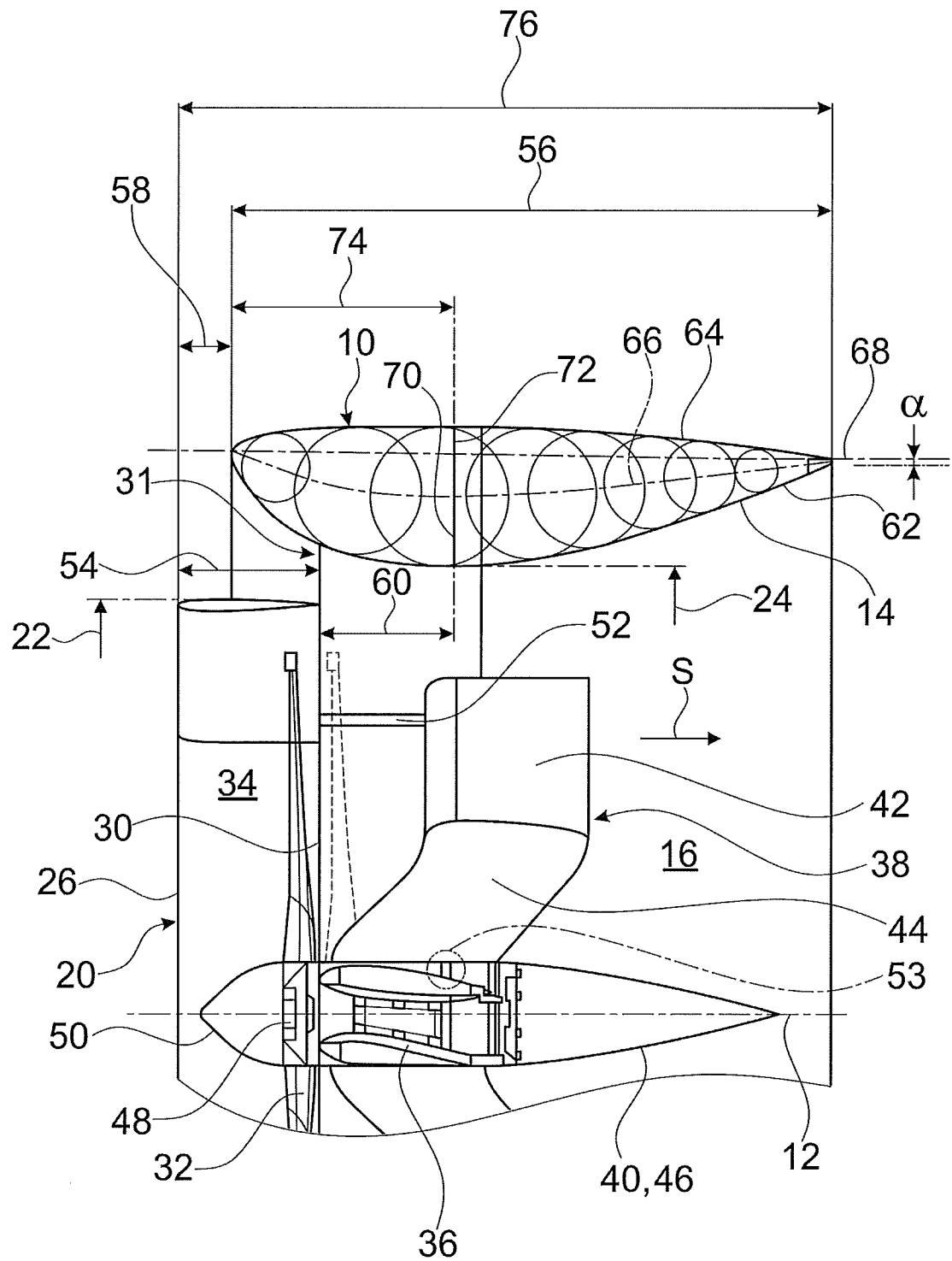


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/072164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F03D 1/04**(2006.01)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	WO 2014136032 A1 (UNIV STELLENBOSCH [ZA]) 12 September 2014 (2014-09-12)	1-10,12-16
Y	page 2, line 28 - page 5, line 12; figures 1-3	11,17
Y	DE 102011016141 A1 (GRIMM FRIEDRICH [DE]) 27 September 2012 (2012-09-27)	11,17
	paragraph [0036]; figures 1,2	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 September 2018

Date of mailing of the international search report

20 September 2018

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/EP2018/072164

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2014136032	A1	12 September 2014	NONE	
DE	102011016141	A1	27 September 2012	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F03D1/04
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 2014/136032 A1 (UNIV STELLENBOSCH [ZA]) 12. September 2014 (2014-09-12)	1-10, 12-16
Y	Seite 2, Zeile 28 - Seite 5, Zeile 12; Abbildungen 1-3	11,17
Y	DE 10 2011 016141 A1 (GRIMM FRIEDRICH [DE]) 27. September 2012 (2012-09-27) Absatz [0036]; Abbildungen 1,2	11,17



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

6. September 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/09/2018

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/EP2018/072164

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014136032 A1	12-09-2014	KEINE	
DE 102011016141 A1	27-09-2012	KEINE	