



(10) **AT 517671 A2 2017-03-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50187/2016
(22) Anmeldetag: 07.03.2016
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2017

(51) Int. Cl.: **F03D 13/20** (2016.01)

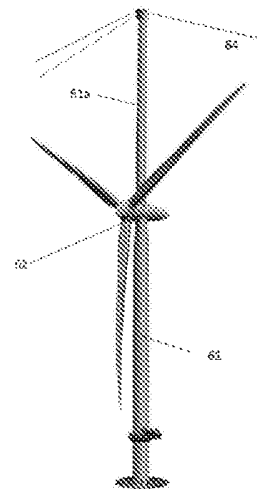
(30) Priorität:
04.09.2015 AT A 583/2015 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
ICKINGER Georg Michael
8071 Hausmannstätten (AT)

(72) Erfinder:
ICKINGER Georg Michael
8071 Hausmannstätten (AT)

(54) **Windkraftanlagen mit verlängertem Topp mit Abspannung**

(57) Turm (61, 61a) einer Windturbine, der über den höchsten Punkt des Rotors (62) hinausragt und an der Spitze seitliche Abspannungen (64) zu Fundamenten (67) oder anderen Türmen aufweist, wobei die Gondel mit Rotor (62) einen Freiraum (76) unter den Abspannungen (64) vorfindet und somit frei zum Drehen angeordnet ist. Der Turm ist als Pylon ausgeführt, wobei die Stütze (61a) direkt auf der Gondel mittels Rollenlager aufgesetzt angeordnet ist.



AT 517671 A2 2017-03-15

ZUSAMMENFASSUNG:

Bei größeren Tiefen ist der Offshore Windpark derzeit unwirtschaftlich auf Grund der aufwändigen Fundamente.

Die vorliegende Anmeldung hat sich zur Aufgabe gestellt diese hohen Kosten wesentlich zu reduzieren.

Windparks können nun bei Meerestiefen bis über 100m aufgestellt werden.

Das Fundament des Turmes mit Abspannungen über Topp muss nun lediglich die Vertikallasten tragen. Die seitliche Abspannung des gesamten Seilnetzes übernehmen dann die Horizontalkräfte aus der Windbelastung.

Dieses neue Turmkonzept wird wesentliche Kosten senken durch:

- Kleineres Fundament bei Vertikalbelastung

- Reduzierung des Biegemomentes um 75%, damit schlankere Bauweise,

Das neue Turmkonzept bietet die Möglichkeit im Gesamten drehbare Türme auszuführen. Damit wird ein schlanker Stromlinienkörper mit fest angebaute Gondel ermöglicht.

Weiter ergibt sich die Nutzung

- Durch Anbringung zusätzliche Solarzellen im Windpark und des Windleiteffektes mittels Folien für besseren Wirkungsgrad der Rotoren.

- Darüber hinaus bieten sich Vorteile zur Verbesserung der Windenergie

- Nutzung und der Möglichkeit Photovoltaik Anlagen über Topp zu

- installieren. Die Ausfallrate bei 70m/s Orkan wird verringert.

FIGUR 18

Verankerung und Abspannung von Windturbinen in Windparks:

Die Grenzen der Offshore Windparks liegen im Aufwand der Fundamentierung der Windturbinen. Die Ursache liegt an der großen Belastung durch die Windkraft der freistehenden Pylone. Kosten von bis zu 25% der Gesamtanlage fließen in die Fundamente, Aufstellung und Transport derselben.

Bei größeren Tiefen ist der Offshore Windpark derzeit unwirtschaftlich auf Grund der aufwändigen Fundamente. Dies liegt daran, dass das Biegemoment auf das Fundament bei zusätzlicher Tiefe anwächst.

Die vorliegende Anmeldung hat sich zur Aufgabe gestellt diese hohen Kosten bei Offshore Anlagen wesentlich zu reduzieren. Dies ist dadurch möglich, dass durch die Abspannung keine wesentlichen Biegemomente auf das Fundament wirken. Das Fundament wird auf reine Druck - Belastung reduziert.

Das um 75% reduzierte Biegemoment wirkt sich auf die Schlankheit der Türme aus.

Zusätzlich ergibt sich ein besserer Wirkungsgrad bei Neigung der Propellerachse, sodass die Luftströmung zu Boden gelenkt wird.

Bei der Verwendung von drehbaren Türmen ergibt sich eine verbesserte Anströmung des Propellers. Die drehbaren Türme werden im Topp mit Lager versehen sind an denen die Abspannung angreift und sind am Boden mit hydrostatischer Schmierung ausgestattet. Dadurch kann der Turm als strömungsgünstiger flacher Flügel ausgebildet werden. Geringere Anströmfläche und laminare Anströmung des nun hinten angebrachten Propellers sind die Ursache. Dies hebt bei weiten die zusätzliche Anströmfläche durch den aufgesetzten Turm auf.

Darüber hinaus bieten sich Vorteile zur Verbesserung der Windenergie Nutzung und der Möglichkeit Photovoltaik Anlagen zu installieren. Der volle Vorteil der neuen Verankerung ergibt sich bei Neugestaltung der Türme von Windturbinen. Es gibt auch Vorschläge bestehende Windparks damit nachträglich auszustatten. Ergänzung von bestehenden Windparks mit Aufsatztürmen
Ergänzung mit Solaranlagen für bestehenden Windparks mit Aufsatztürmen
Onshore Neuanlagen, Offshore Neuanlagen für größere Meerestiefen

Diese Anmeldung beruht auf Anspruch 29 aus A 583 aus 2015 09 04. Die Ansprüche 2 bis 9 entsprechen den Figuren 24b-f, 25, 26 a und b. Diese entsprechen den Figuren 1 bis 9. Die Bezugszeichen verbleiben wie in A583/2015.

Ausführungsformen der Fundamente:

Die Ausführung der Fundamente bei auskragenden Türmen hängt im Wesentlichen von der Lage also entweder Offshore oder Onshore, den Bodenbeschaffenheiten und der Größe der Windturbinen ab.

Bei Schwerkraftgründungen werden die Anlagen durch das Gewicht des Fundamentes am Meeresboden fixiert. Diese Methode kommt von der Brückenbautechnik: Senkkästen werden an der Küste in einem Trockendock aus Stahl und Beton gebaut, zum Errichtungsstandort per Schiff hinausgezogen und nach dem Absenken auf den Meeresboden mit Kies und Sand gefüllt. Ein Vorteil der Betonsenkkästen ist der große Widerstand bei Eisgang. Nachteile sind die hohen Kosten bei größeren Tiefen.

Die Schwerkraftgründungen sind bisher nur in flachen Gewässern mit niedriger Wassertiefe (< 10 m) erprobt und sind für größere Tiefen unwirtschaftlich.

Monopile- Konstruktionen aus Stahl sind die einfachste Methode für Offshore-Fundamente. Sie bestehen aus Stahlrohren, die in den Meeresboden eingetrieben werden. Diese Methode ist für die 2 MW bis 3 MW-Klasse in Wassertiefen bis circa 20 Metern und für die 3 MW bis 5 MW-Klasse in Wassertiefen bis ungefähr 15 Metern besonders wirtschaftlich. Sie können relativ einfach und schnell installiert werden. Jedoch werden für die Errichtung schwere Rammgeräte benötigt

Tripod- Quadripod- oder Gitterturmkonstruktionen sind für größere Tiefen (> 20 Meter) und Anlagenleistungen (< 5 MW) erforderlich. Diese Methode wurde vom Bau von Ölbohrplattformen abgeleitet.

Der Turm der Windenergieanlage ist mit einem Stahlrohrrahmen verbunden und verteilt die Kräfte auf mehrere Beine oder einen Gitterturm. Diese können entweder mit einer Pfahlgründung oder mit einer Schwerkraftgründung am Meeresboden verankert werden.

Für die Pfahlgründung können erheblich kleinere Querschnitte als beim Monopile verwendet werden. Dies macht die Rammarbeiten wesentlich einfacher.

Bucket Fundament

Dieses Fundament besteht aus einem nach unten geöffneten Stahlzylinder. Dieser Zylinder wird auf den Meeresboden gesetzt und anschließend leergepumpt. Der so im Inneren des Fundaments erzeugte Unterdruck saugt das Fundament in den Meeresboden.

Das Bucket-Fundament (bucket – engl.: Eimer) eignet sich nur für homogene Böden. Für das Aufstellen sind keine Rammarbeiten notwendig. Dies macht

diese Fundamentbauweise besonders umweltschonend. Nach Ablauf der Lebensdauer der Anlage lässt es sich sehr einfach durch Einpumpen von Luft wieder demontieren.

Schwimmendes Fundament

Für Wassertiefen von mehr als 50 Metern sind Fundamente, die mit dem Meeresboden fest verankert sind, für Windenergieanlagen schwer zu realisieren. Daher liegt der Gedanke nahe, schwimmende Fundamente zu entwickeln. Ein Schwimmkörper ist über Seile mit dem Meeresboden verankert. In der Ölindustrie gibt es bereits Erfahrungen mit solchen Fundamenten.

Windkräfte

Kräfte Momente Verluste: Wie alle Maschinen erreichen auch reale Windkraftanlagen das theoretische Maximum nicht. Aerodynamische Verluste ergeben sich durch Luftreibung an den Blättern, durch Wirbelschleppen an den Blattspitzen und durch Drall im Nachlauf des Rotors. Bei modernen Anlagen reduzieren diese Verluste den Leistungsbeiwert von $c_{P,Betz} \approx 0,593$ auf $c_P = 0,4$ bis $0,5$. Von den genannten 320 W/m^2 (bei 17 m/s) sind also bis zu 160 W/m^2 zu erwarten. Ein Rotor mit 113 m Durchmesser (10.000 m^2 Fläche) gibt dann $1,6$ Megawatt (Näherungsweise $= v^3$) an die Welle ab. Zur Berechnung der Leistung am Netzanschluss müssen zusätzlich noch die Wirkungsgrade aller mechanischen und elektrischen Maschinenteile berücksichtigt werden.

Der Freitragler oder auskragende Träger wird durch die Windreaktionskraft F belastet. Das Biegemoment berechnet sich aus Höhe $H \times F$. Dieses Biegemoment ist alleine vom Fundament zu übernehmen. Bei einem Rotordurchmesser von 113 m ergibt sich eine Fläche von 10.000 m^2 . Bei einer Windgeschwindigkeit von 17 m/s (60 km/h) ergibt sich ca. eine Windkraft von 290 N/m^2 (Näherungsweise $= v^2$). Also gesamt $2,9$ Million Newton also ca. 290 t . Bei 100 m Nabenhöhe also ein Biegemoment von 290 MNm .

Nachteile beim Stand der Technik:

Trotz zahlreicher Vorschläge die Fundamente durch Abspannungen zu verbilligen sind die Grenzen der Wirtschaftlichkeit erreicht.

Vorteile der vorliegenden Erfindung:

Der gelenkig gelagerte Turm (freiaufhängend) ist wohl doppelt so hoch wie beim derzeitigen Stand der Technik, wird aber nur mit halb so hohem Biegemoment belastet. Die Grenzen liegen in σ_{zul} (bei 300 N/mm^2 oder $300.000.000 \text{ N/m}^2 = 300 \text{ MN/m}^2$) des Werkstoffes für Stahl.

Das maximale Biegemoment ergibt sich aus $M = W \cdot \sigma_{zul}$. Beim Vergleich für gleichbleibendes σ_{zul} und halbem M ergibt sich für den neuen Turm das halbe Widerstandsmoment. Für eine Rohr ergibt sich $r = (W / (\pi \cdot s))^2$ (Näherung bei dünnen Wandstärken $W = \pi \cdot s \cdot r^2$).

Beispiel: Stand der Technik 10m Durchmesser 10mm Wandstärke (0,01M)

$$W = \pi \cdot 100 \cdot 0,01 = 3,14 \text{ m}^3$$

$$M = W \cdot \sigma$$

$$290 \text{ MNm} = 3,14 \text{ m}^3 \cdot \sigma \quad \sigma = 290/3,14 = 92 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Sicherheit} = 3,26 \text{ fache}$$

Beispiel: Neuer Vorschlag: 7 m Durchmesser 10mm Wandstärke

$$W = 1,53 \text{ m}^3$$

$$M/2 = W \cdot \sigma$$

$$145 \text{ MNm} = 1,53 \cdot \sigma \quad \sigma = 145/1,53 = 94 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Sicherheit ist } 3,19 \text{ fache}$$

Gewichtsberechnung Turm: Stand der Technik:

100 Meter Rohr 10m Durchmesser auf 7m verjüngt. Konstant 10mm

(Drehmoment vom Rotor und Gondel auf Drehring)

$$G = (2 \cdot 10 \cdot 0,01 \cdot 100) + (2 \cdot 6 \cdot 0,01 \cdot 100) \cdot \pi \cdot 7800/2 = (20 + 12) \cdot 12,3 = 393 \text{ t}$$

Gewichtsberechnung Turm: Neuer Vorschlag

Unten 1x 100 m Rohr 7m Durchmesser zylindrisch. S=10mm auf 3 mm

Oben 1x100 m 7m kegelförmig auf 1m s = 10mm konst.

(kein Drehmoment vom Rotor und Gondel auf Drehring)

$$\begin{aligned} G &= (2 \cdot 7 \cdot 0,01 \cdot 100) + (2 \cdot 7 \cdot 0,003 \cdot 100) \cdot \pi \cdot 7800 / 2 + \\ &+ (2 \cdot 7 \cdot 0,01 \cdot 100) + (2 \cdot 1 \cdot 0,003 \cdot 100) \cdot \pi \cdot 7800 / 2 = \\ &= [(14+4,2) + (14+ 0,6)]. 12,3 = 32,6 \cdot 12,3 = 400 \text{ t} \end{aligned}$$

Das Fundament wird durch den gelenkig gelagerten Turm mit der halben Windkraft $F/2$ und der Vertikalkraft belastet. Das maximale Biegemoment am Träger als freiauflegender Träger gerechnet beträgt
 In der Höhe der Gondel $M = (F \cdot 2 \cdot H) / 4 = F \cdot H/2$ also die Hälfte des Biegemomentes vom Turm nach dem Stand der Technik.

Annahme zu dem Windpark:

Windturbine mit 113m Durchmesser. Abstand der Turbinen 600m (5x Φ),
 Abstand: $b=300$, Durchhang $f = 100$ m, Flächenlast 250N/m^2 ,

Seilspannung

Nach Prof. Desoyer wird das Seil bei geringem Durchhang wie folgt berechnet:

Horizontalkraft	$H = q \cdot b^2 / 2 \cdot f =$	112.50 kN (11,2 t)
Vertikalkraft	$V = q \cdot b = 250 \cdot 300 =$	75.000N (7,5t)

Nimmt man ein Seil für dieses Beispiel bei einem $\sigma_{zul} = 370\text{N/mm}^2$, ergibt sich ein Seil mit 10mm Durchmesser. ($A = 112500/370 = 304 \text{ mm}^2$). Gewicht 1,5t. Diese Berechnung erfolgte ohne Berücksichtigung der Abstützung der Windkraft.

Rechnet man die Abstützkraft der Windkraft mit $2,9/2 = 1,45 \text{ MN}$, kommt man auf ein Seil mit 35mm Durchmesser. ($A = 1450.000/370 = 3920 \text{ mm}^2$)

Gewicht Dies führt zu einer spezifischen Flächenlast von $q = 3920 \cdot 78000 = 305 \text{ N/m}$

Kontrolle des Durchhanges:

Horizontalkraft	$f = q \cdot b^2 / 2 \cdot H = 305 \cdot 300^2 / 2 \cdot 1450000 =$	9,46m
Vertikalkraft	$V = q \cdot b = 305 \cdot 300 =$	91,500 N (9t)

Dies führt zu einem Seil mit ca. 35mm Durchmesser. Der Turbinenturm wird mit einer Vertikalkraft zusätzlich von 300t belastet.

Dies gilt nur für einen Rotor. Die Windkräfte müssen also pro Rotor abgestützt werden.

Turbinenturm:

Um einen Durchhang von 100m zu ermöglichen ist es notwendig mit der Seilaufhängung über den Rotor zu gehen. Dies führt zu einem Konzept mit Aufhängung des Turbinengehäuses mittels Laufring rund um den Turm. Die enormen Betonmassen für das Fundament können dann jedoch reduziert werden, da die Türme im Windpark ja über Seile miteinander verbunden sind. Das Fundament des Turmes lediglich die Vertikallasten tragen muss. Die seitliche Abspannung des gesamten Seilnetzes übernehmen dann die Horizontalkräfte aus der Windbelastung. Es gibt Konzepte mit Abspannungen (siehe Stand der Technik 6), wobei die Seile jedoch unterhalb des Rotordurchmessers am Turm angreifen. Damit ergeben sich wesentlich höhere Horizontalkräfte.

Durch die Abspannung aller Türme über eine Seilkonstruktion und die gelenkige Lagerung der Türme werden Fundamentkosten eingespart. Eigentlich genügen Platten, die am Boden aufgelegt werden, um die Vertikallast abzufangen. Biegemomente, die ja zu riesigen Fundamenten führen, treten ja nur innerhalb des Turmes auf und belasten nicht das Fundament.

Dieses neue Turmkonzept wird wesentliche Kosten in Richtung:

Fundament ,

Reduzierung der Biegesteifigkeit des Turmes,

einsparen.

Weiter ergibt sich die Nutzung

der zusätzlichen Solarenergie im Windpark und

des Windleiteffektes der Folien für besseren Wirkungsgrad der Rotoren.

Vermeiden des „Hochströmens“ des Windes. (Siehe Stand der Technik 6)

Wird die Seilkonstruktion an den Abspannstellen verkürzbar und

verlängerbar ausgeführt, können alle Türme vom Wind weggeneigt und

die Rotoren nach unten geneigt werden, und der Nutzen der in

WO2004/011799 angeführten Windleitung nach unten wird umgesetzt.

Werden die Türme über ein kugelförmiges Axiallager mit hydrostatischer

Schmierung ausgestattet (Aufschwimmen), können die Türme vom

seilgestützten Topplager aus gedreht werden. Falls die Gondel in der

Höhe verstellbar ausgeführt wird, werden Vorteile wie Anpassung an die

Windsituation verbessert, Service- und Montagearbeit vereinfacht.

Stand der Technik

Ausführungsformen der Abspannung

Abspannungen sind derzeit nur bis unterhalb des Laufkreises der Rotoren möglich. Damit wird der Hebelarm zum Angriff der Windkraft sehr klein und die Spannkraft sehr hoch

Stand der Technik 6 in WO03098038 stellt einen Turm gelenkig gelagert mit einem Lager 13 am Boden stehend mit Abspannung 17, die unterhalb der Rotorblätter am Turm 18 angreift.

Die Stand der Technik 7, WO2004/011799 löst das Problem des Ausweichens des Windes nach oben zusammen mit der Verlangsamung der Windgeschwindigkeit mittels Neigung der Windräder. Der vorliegende Vorschlag nutzt die ausrollbaren großflächigen Planen als Leitwerk zum Lenken des Windes in den Bereich der Windräder.

Die Stand der Technik 8, EP2604501 zeigt die Verankerung von Windrädern mittels Abspannung unterhalb des Rotorbereiches. Vorliegend wird vorgeschlagen, den Turm über die Gondel weiterzuführen und die Abspannung oberhalb der Turbinen zu gestalten.

Als Stand der Technik 9 gilt das Aufsetzen der Gondel auf den Turm. Ein Vorschlag zur Weiterführung des Turmes über die obere Spitze der Turbine wurde in den Dokumenten noch nicht gefunden.

Stand der Technik 10 mit auskragendem Turm. Angedeutet ist unterhalb des Rotors eine Seilabspannung (79). Diese wird jedoch wegen des geringen Durchhanges und der Nähe zum Wasser wenig Effekte auf die Reduzierung der Biegemomente bewirken und auch für die Anbringung von Solareinrichtung nicht geeignet sein.

Bezugszeichen:

- 61 Stütze für Propellergondel
- 61a Verlängerung der Stütze über Topp
- 62 Rotor mit Gondel
- 62a Gondel in Serviceposition
- 62b Fix am Turm befestigte Gondel
- 63 Vorrichtung zum Verfahren für Rotor mit Gondel
- 64 Abspannung vom Topp
- 65 Gelenklager, Freilager, Hydrostatisches Axiallager
- 66 Festlager mit freistehendem Turm. Pylon.
- 67 Fundament Gelenklager
- 68 Höhenverstellung
- 69 Stütze aus zylindrischem Rohr
- 70 Montage Servicestellung
- 71 Fundament für die Abspannung
- 72 Windrichtung durch Ableitung
- 73 Waagrechtes Verbindungsseil, Kettenlinie
- 74 Spann- und Dämpfungseinrichtung
- 75 Kreuzende Abspannung
- 76 Rotorblatt Freiraum
- 77 Wind – Leitplanen
- 78 Am Topp gelagerter Drehring und Drehvorrichtung mit Abspannung
- 79 Mittlere Abspannung
- 80 Windkraft
- 81 Biegemoment Kragträger
- 82 Biegemoment Biegeträger
- 83 Spreizen
- 84 Abspannung der Spreizen (Saling)
- 85 Strömung Profil als Turm

Beschreibung der Figuren

FIG.: 1

Für die Nachrüstung bestehender Windturbinen mit frei stehendem Turm wird die Stütze (61) direkt auf der Gondel (62) mit Pendellager spielarm aufgesetzt. Für Rotoren mit Direktantrieb siehe:

FIG.: 2

Hier ist der Aufsatzurm(61) an der Stütze (69) direkt aufgesetzt. Die Rotorgondel (62) kann sich wie bisher frei drehen. Für den nachfolgend gezeigten Windpark und die Solarfarm wird der Turm der Windturbine modifiziert dargestellt. Anders als in der Figur zum Stand der Technik wird der Turm über den Rotor (62) hinaus mittels Stütze (61a) auf der Propellergondel (62) nach oben verlängert, sodass der Rotor im Rotorraum (76) unterhalb der Abspannung (64) frei rotieren kann. Die Gondel (62) ist in der Höhe fixiert, jedoch drehbar ausgebildet.

FIG.: 3

In Figur 3 ist diese Anordnung mit einem Festlager mit freistehendem Turm (66) dargestellt.

FIG.: 4

Hier steht der Turm (61) auf einem gelenkig ausgebildeten Freilager (65). Durch das Entfallen der Biegebelastung, die ja durch die Abspannung entfällt wird das Fundament (67) in Figur 14 kleiner ausfallen als in Figur 3.

FIG.: 5 und 6

Figur 5 und 6 zeigt die Ausführung des Turmes (61) als zylindrisches Rohr (69). Dadurch wird es möglich die Gondel (62a) auch in der Höhe (68) zu verstellen. Damit wird die Montage (70) aber auch die Servicearbeit durch das Herunterlassen der Rotorgondel (62) Figur 5 und 6 vereinfacht. Wie die Ausführungen in der Figur 9 zeigt, ist es wichtig, das Ausweichen des Windes nach oben hintanzuhalten. Durch die Höhenverstellung können nun die Rotoren je nach Windrichtung optimiert werden.

FIG.: 7

Hier wird die Abspannung (64) der Türme (61) mittels zylindrischem durchgehenden Rohr (69), das am Topp mittels Seilkonstruktion (73) abgestützt ist, der drehbaren in der Höhe einstellbaren Rotorgondel (62) und den Fundamenten (65) und (71) jeweils mit Freilager (65), das heißt ohne Übertragung von Momenten abgestützte Vertikalkraft. Zusätzlich kann das Moment auch noch durch kreuzende Abspannung (75) verstärkt werden.

FIG.: 8

Hier wird durch die Spann- und Dämpfungseinrichtung (74) das Seilsystem verstellbar gezeichnet.

FIG.: 9

Durch die Verstellung in den Spanneinrichtungen (74) können nun alle Türme geneigt werden. Dies führt zum wichtigen Effekt, die Windströmung (72) bodennah zu gestalten. Siehe hierzu auch die Hinweise zum Stand der Technik 7. Zusätzlich kann dieser Effekt auch noch verstärkt werden, indem die Windleitflächen (77) ausgefahren werden und die Windströmung (72) ebenso zu Boden leiten.

FIG.: 10

Der Turm (61) wird mittels hydrostatischen Axiallager (65) am Boden und Drehring (78) am Topp drehbar gelagert. Somit kann der Propeller (62) mittels der Seilverkürzung Vorrichtung (74) in alle Richtungen gedreht werden.

FIG.: 11

Für die Abstützung jeder einzelnen Windkraft pro Turm (61) werden mittels sich kreuzender Abspannung (75) an das jeweils nächste Fundament (71) große Kräfte abgeleitet.

FIG.: 12

Durch eine zusätzliche mittlere Abspannung (79) kann das Biegemoment (82), wie in Figur 14 dargestellt des verbleibenden Biegeträgers am Turm (61 und 61a) minimiert werden.

FIG.: 13

Die Windkraft (80) am Rotor (62) ergibt ein Biegemoment (81) am Kragträger des freistehenden Pylonen (66). Diese ist wegen der Länge des Lastarmes sehr hoch, was zu großen Fundamenten (66) führt.

FIG.: 14

Die Windkraft (80) am Rotor (62) ergibt ein Biegemoment (82) am Biegeträger (61 und 61a) des abgespannten mittlerer Abspannung (79). Diese ist wegen der Kürze des Lastarmes wesentlich geringer. Es führt auch zu keiner seitlichen

Belastung des Gelenklagers mit hydrostatischem Axiallagers (65) und führt zu Fundamenten, die nahezu nur Vertikallasten aufnehmen müssen.

FIG.: 15

Der strömungsgünstige – auch als Profil - ausgeführte Turm (61 und 61a) wird durch die hydrostatische Lagerung (65) am Boden und dem Drehring am Topp (78) drehbar ausgeführt. Die Gondel (62a) kann in diesem Falle fest mit dem Turm verbunden werden.

FIG.: 16

Durch eine Abspannung (86) (im Segelbootsbau auch Saling genannt) wird der Turm (61 und 61a) über die Spreizen (83) und die Gondel (62a) gegen Durchbiegung gestützt. Das Biegemoment (82) verschwindet bei dieser Anordnung fast. Die Vertikalkräfte wachsen jedoch an. Diese Abspannung dient auch zur Absicherung gegen Knicken.

FIG.: 17

Hier ist die Ausführung des Turmes (61 und 61a) mittels strömungsgünstigen – auch als Profil – ausgebildet dargestellt. Die fest verbundene Gondel mit Rotor (62a) ist hier an der Rückseite der Anströmung dargestellt. Durch die Verjüngung des Profils verbleibt die Strömung laminar, was zu einem besseren Wirkungsgrad des Propellers führt.

FIG.: 18

Die dreidimensionale Darstellung eines Turmes (61 und 61a) mit drehbar angeordneter Gondel mit Rotor (62b) veranschaulicht den wesentlichen Erfindungsgedanken der Anmeldung.

ANSPRÜCHE:

Anspruch aus A583 2015.

1 Turm(61 und 61a) einer Windturbine, dadurch gekennzeichnet, dass der Turm (61a) über den höchsten Punkt des Rotors (62) hinausragt und am Topp seitliche Abspannungen (64) zu Fundamenten (&& und 67) oder zu anderen Türmen führen und die Gondel mit Rotor (64) einen Freiraum (76) unter den Abspannungen (64) vorfindet und somit frei zum Drehen angeordnet sind. FIG.: 4.

Ansprüche, die aus dem Text abgeleitete sind.

2 Turm (6) als Pylon ausgeführt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ist die Stütze (61a) direkt auf der Gondel mittels Rollenlager aufgesetzt angeordnet ist. FIG.: 1

3 Turm mit Verlängerung zum Topp (61 und 61a) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufsatzurm (61a) unterhalb am Drehlager (65) fest am unteren Turm befestigt ist und geeignet für den Einbau an bestehenden Pylonen, wobei an der Gondel (62) ein Durchtrittes ausgebildet ist und die Stütze (61a) direkt zum Topp (64a) durchgeführt und die Rotorgondel (62) frei drehend ausgebildet ist, wobei diese Ausbildung besonders für Rotoren mit Direktantrieb geeignet ist. Siehe FIG.: 2

4 Turm (6) als Pylon ausgeführt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stütze für Propellergondel (61) um Aufsatzurm (61a) verlängert ist dieser Anordnung als Fortsetzung des freistehenden Turmes (66) in einer Öffnung durch die Gondel (62) durchtritt und diese frei drehend gelagert ausgebildet ist. FIG.: 3

5 Turm mit Verlängerung zum Topp (61 und 61a) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stütze für Propellergondel (61) um den Aufsatzurm (61a) verlängert am Fundament (67) mit einem Gelenk (65) hydrostatisch gelagert aufsetzt, in einer Öffnung durch die Gondel (62) durchtritt und diese frei drehend gelagert ausgebildet ist. FIG.: 4.

6 Turm mit Verlängerung zum Topp (61 und 61a) nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Stütze für Propellergondel (61) um

Aufsatzturm (61a) verlängert zumindest im unteren Bereich als kreisförmiger Zylinder (69) ausgebildet ist und die Gondel (62) zur Montage oder Wartung auf- und ab einen Schiebesitz aufweist. FIG.: 5 & 6.

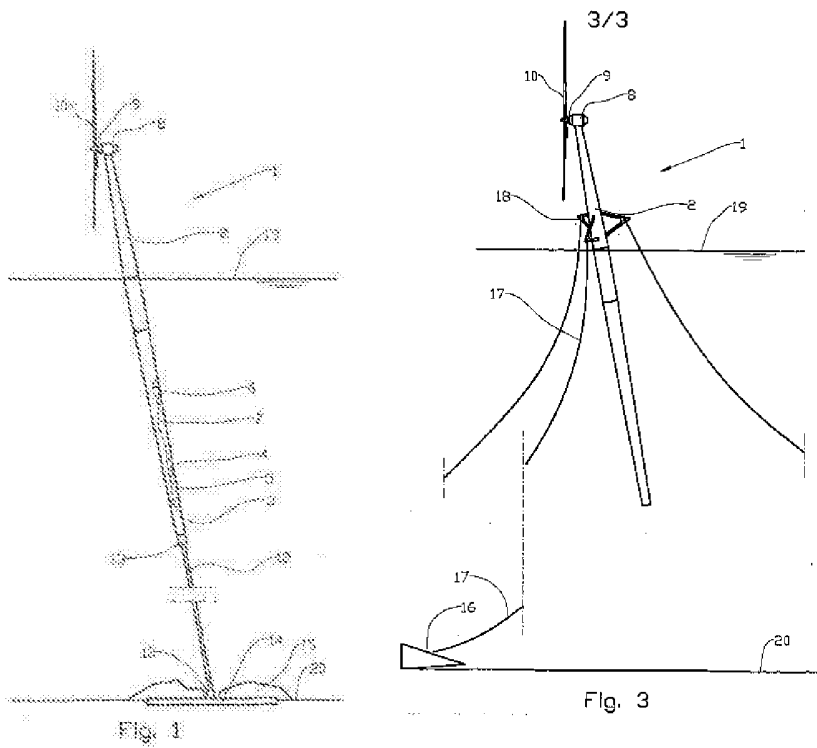
7 Turm mit Verlängerung zum Topp (61 und 61a) nach Anspruch 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Stütze für Propellergondel (61) um Aufsatzturm (61a) verlängert im Querschnitt als kreisförmiger Zylinder (69) ausgebildet ist und die im Längsschnitt von der Gondel (62) ausgehend einen verjüngenden Querschnitt in Richtung Gelenkslager (65a) und Topp (64a) aufweist. FIG.: 8.

8 Turm mit Verlängerung zum Topp (61 und 61a) nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stütze für Propellergondel (61) um Aufsatzturm (61a) verlängert über die Abspannung am Topp (64) mittels eines Konstruktionsteiles (74) am Seil angebracht, die Seile verkürzt oder verlängert, und somit die Neigung des Turmes zum Verstellen in allen Richtungen ausgeführt ist. FIG.: 8 bis 10.

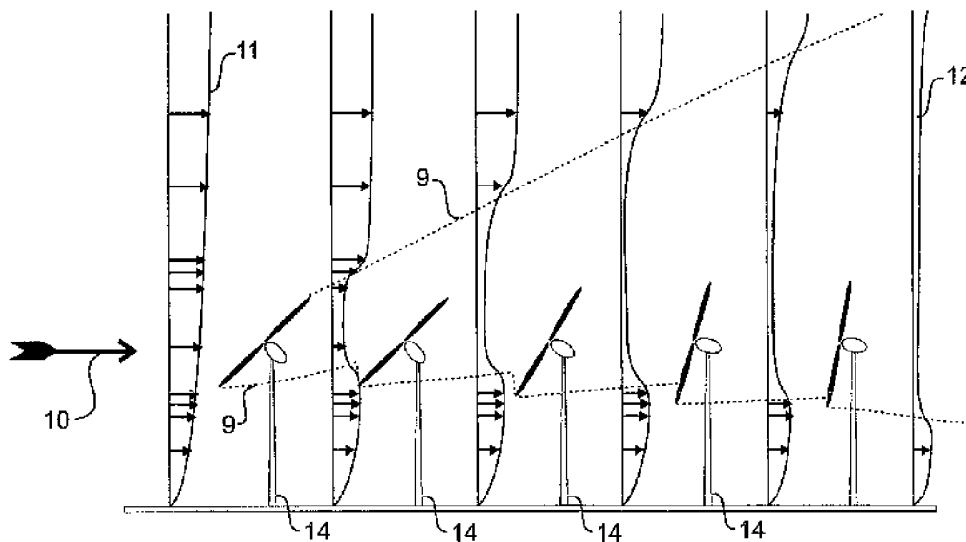
9 Turm mit Verlängerung zum Topp (61 und 61a) nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Stütze für Propellergondel (61) um Aufsatzturm (61a) verlängert an einem Axiallager (65) mit hydrostatischer Schmierung ausgestattet ist und eine Zuführung von Hydrauliköl ein Aufschwimmen mit Reduktion der Reibung erzielt und somit der, den Rotor überragenden, Turm (61 und 61a) im seilgestützten Toppdrehlager (64) in einem Rollenlager ebenso drehbar ausgerüstet ist und mittels angebrachter Drehvorrichtung zum Drehen in den Wind ausgeführt ist und dass die Gondel am drehbaren Turm (61 und 61a) fest verbunden ist. Figuren NEU 15 bis 18 .

10 Turm mit Verlängerung zum Topp (61 und 61a) nach Anspruch 3 und 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Turm (61 und 61a) mindestens eine Gruppe bestehend aus mindestens drei Spreizen (83) (Salings), die in einer Ebene im Wesentlichen rechtwinkelig zur Turmrichtung liegen, auf der einen Seite am Turm befestigt sind und an deren Ende Seile befestigt sind, die am Turm unterhalb und oberhalb befestigt sind und wahlweise der Turm mittlere (79) und/oder sich kreuzenden Abspannungen (75) aufweist. FIG.: 11,12 16.

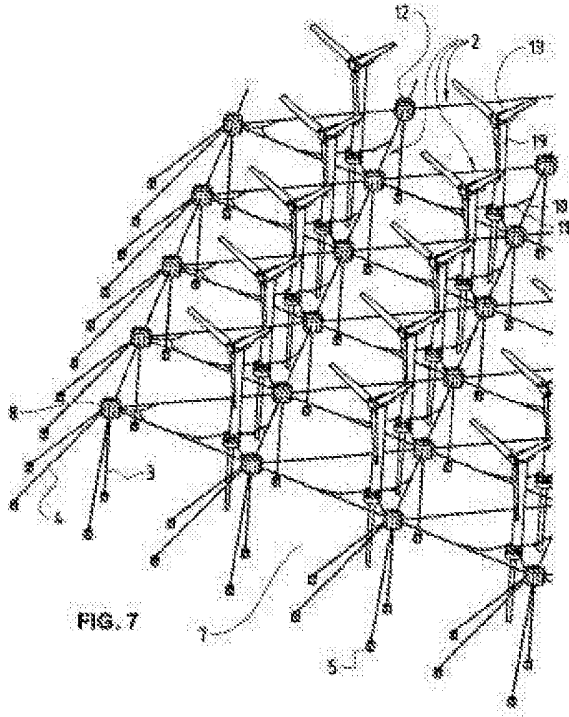
Stand der Technik 6 WO03098038



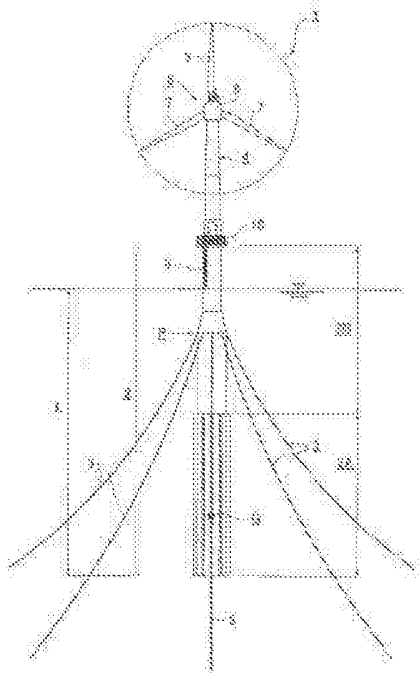
Stand der Technik 7 WO2004/011799



Stand der Technik 8 EP2604501



Stand der Technik 9 TW201508171

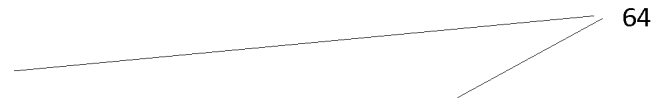


Stand der Technik 10

FIG.: 1

FIG.: 2

79



64

61a

62

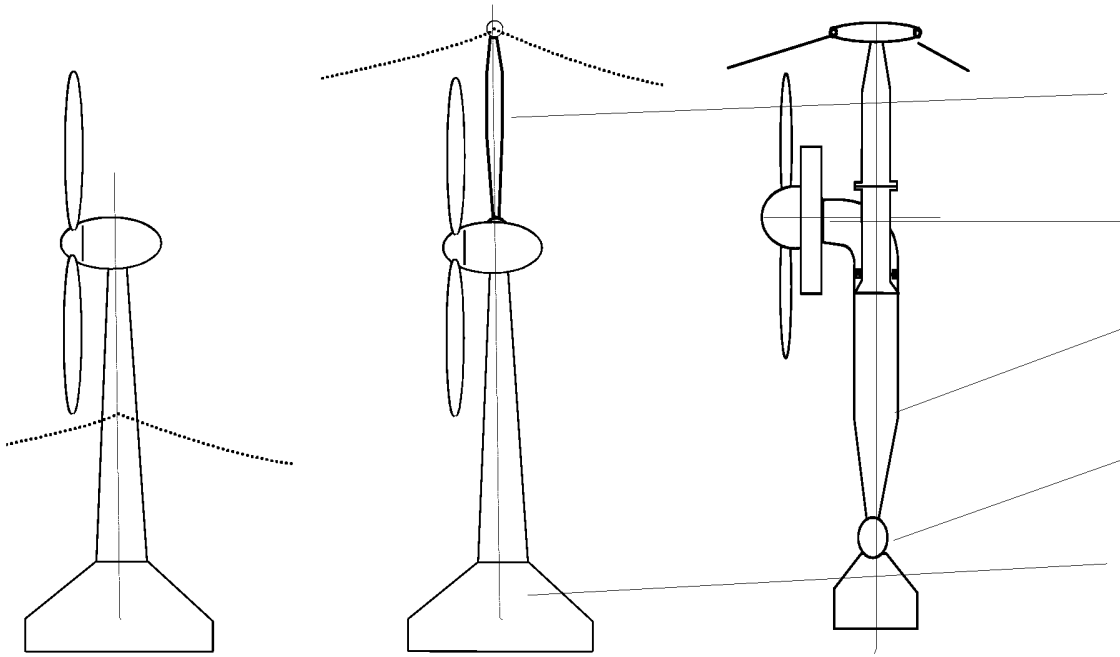


FIG.: 3

FIG.:4

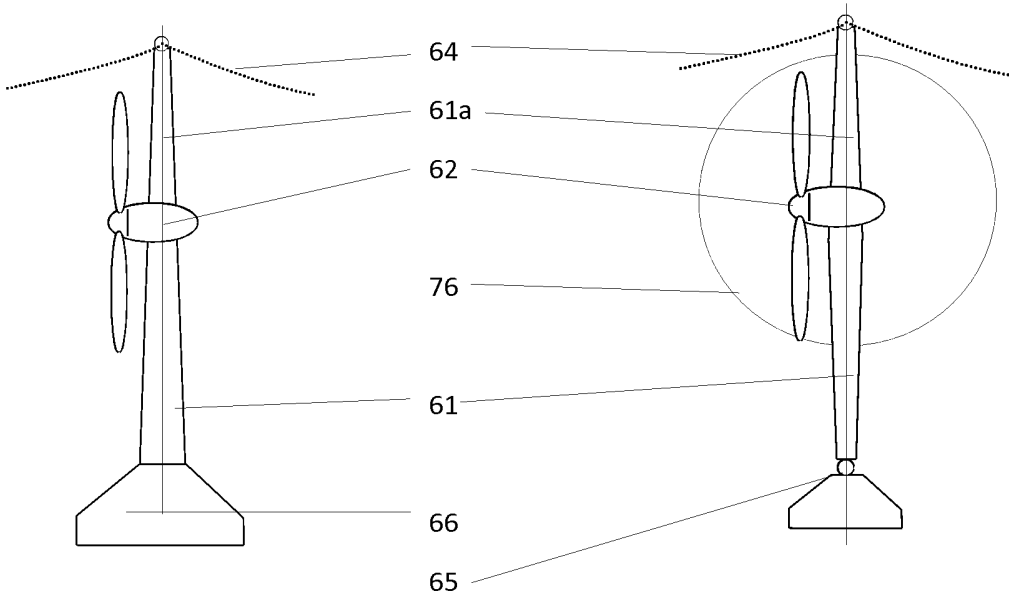


FIG.: 5

FIG.: 6

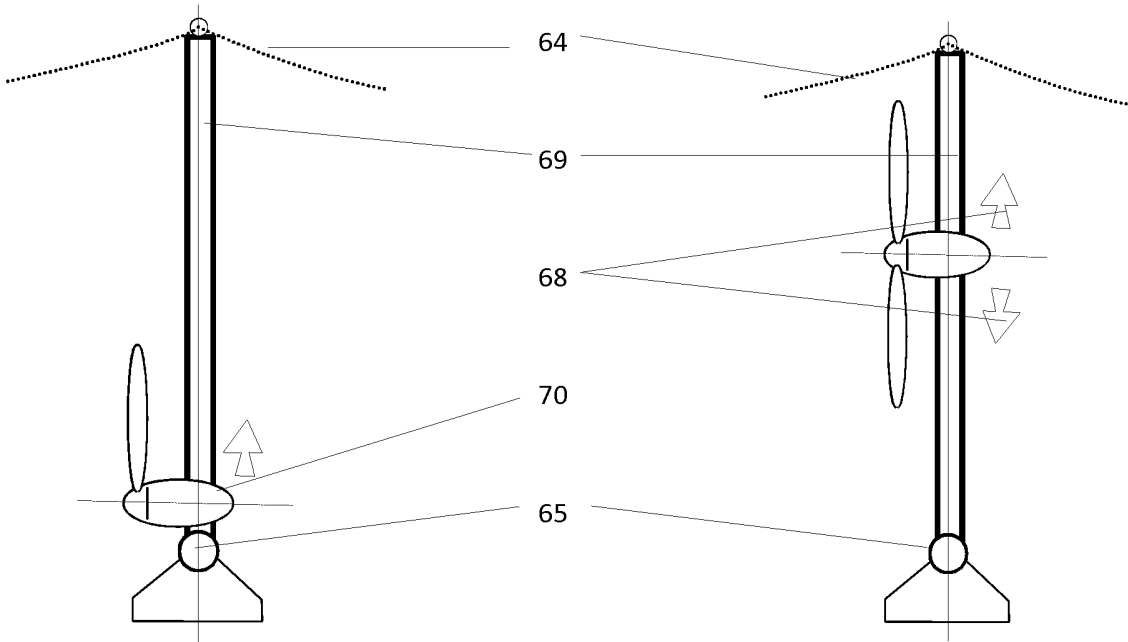


FIG.:7

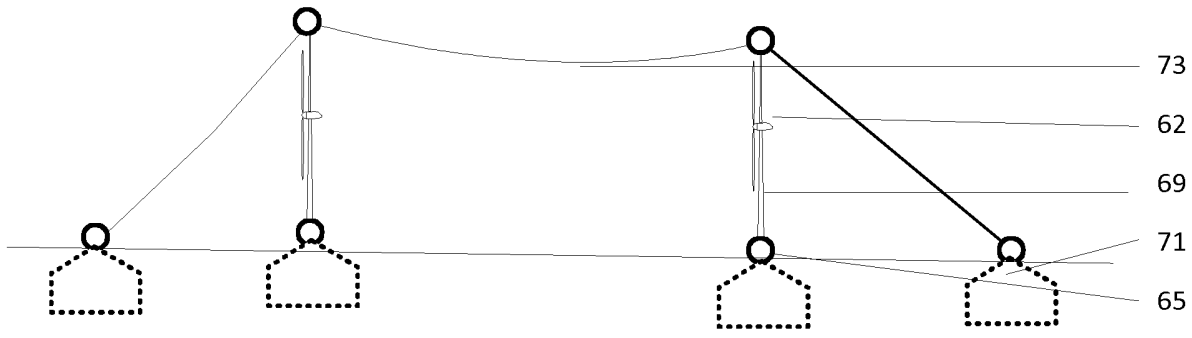


FIG.: 8

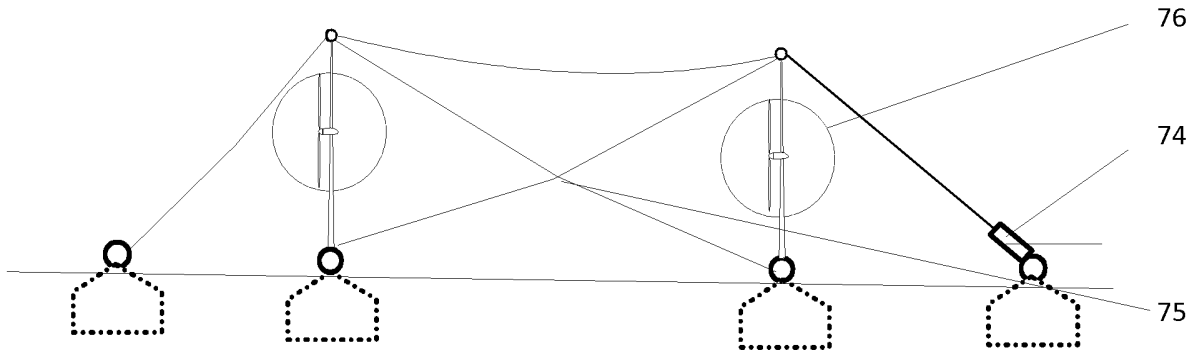
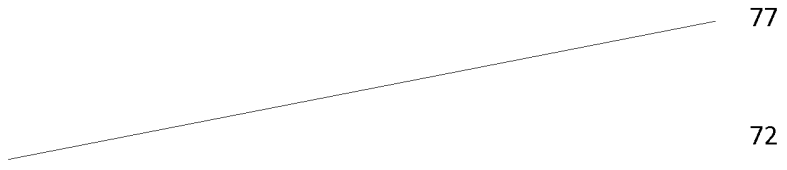


FIG.: 9



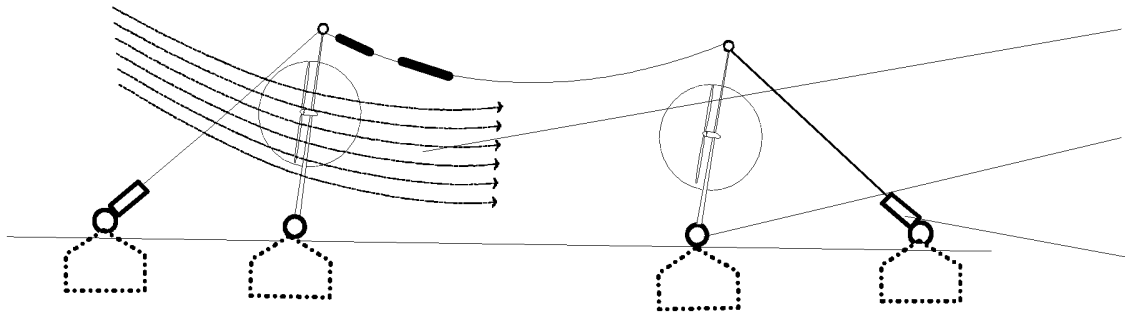


FIG.: 10

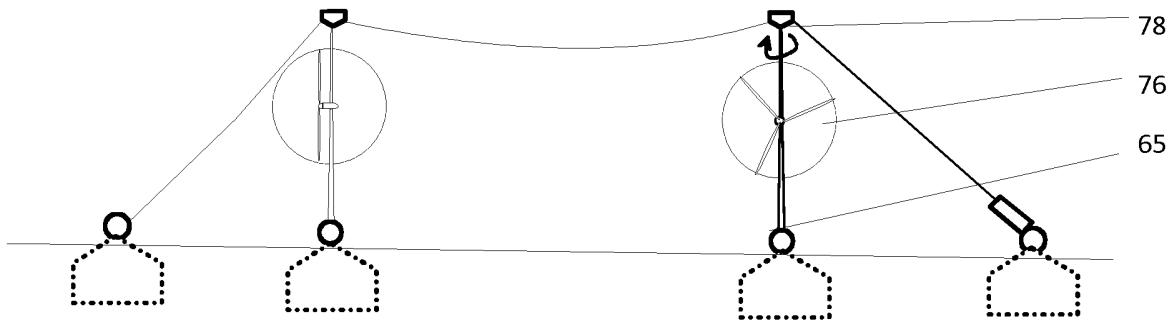


FIG.: 11

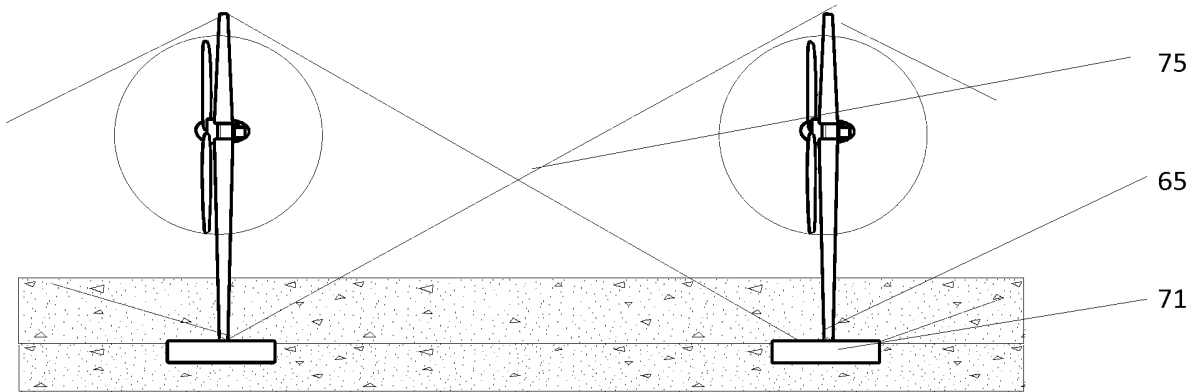


FIG.: 12

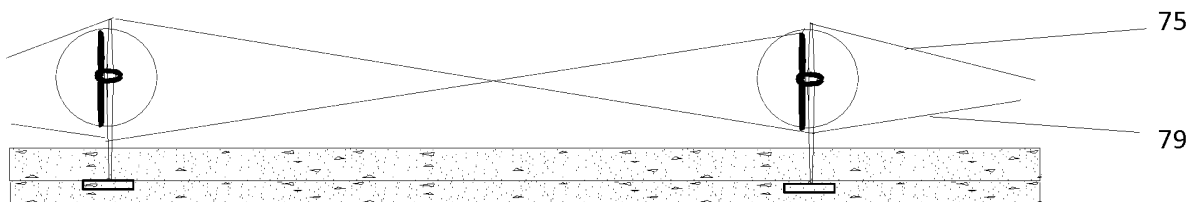


FIG.: 13

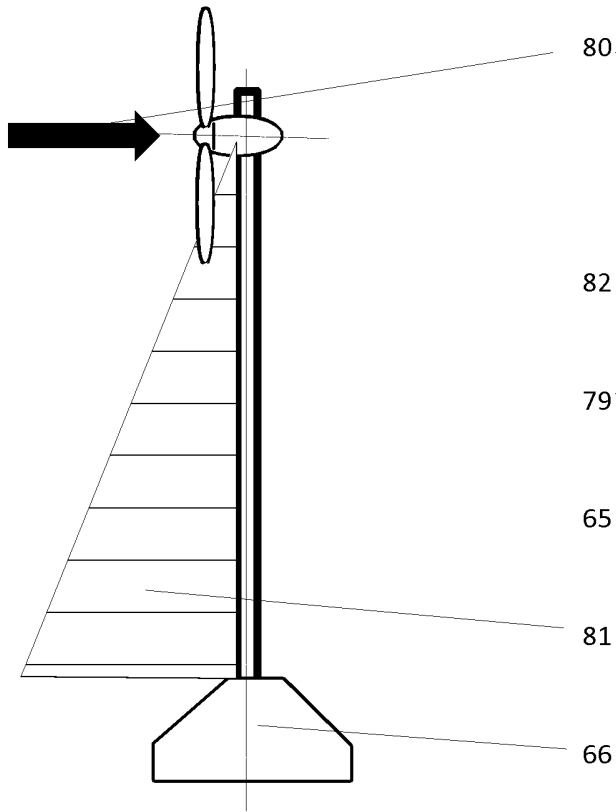


FIG.: 14

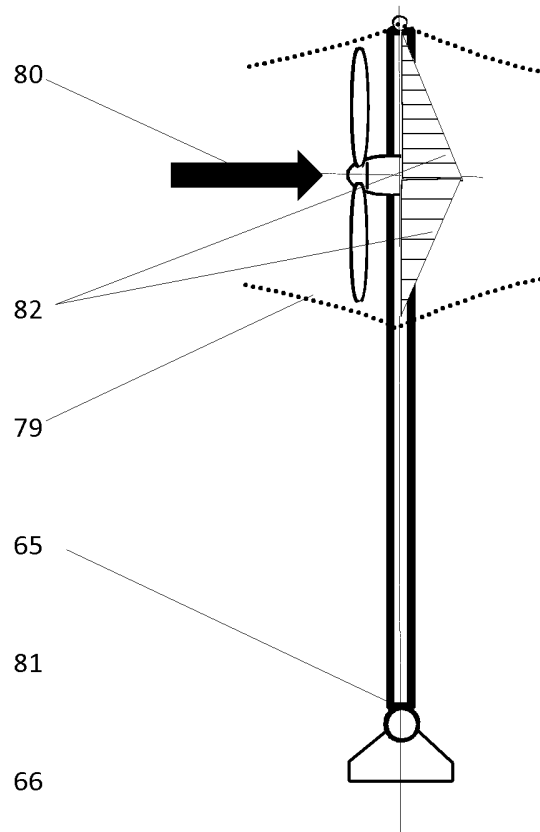


FIG.: 15

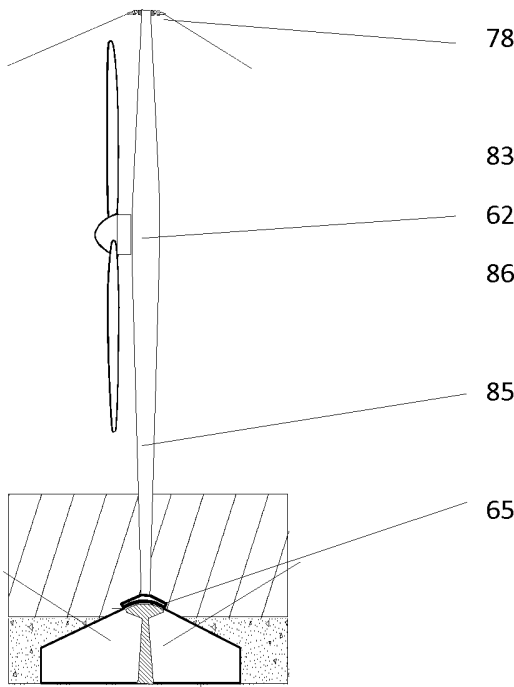


FIG.: 16

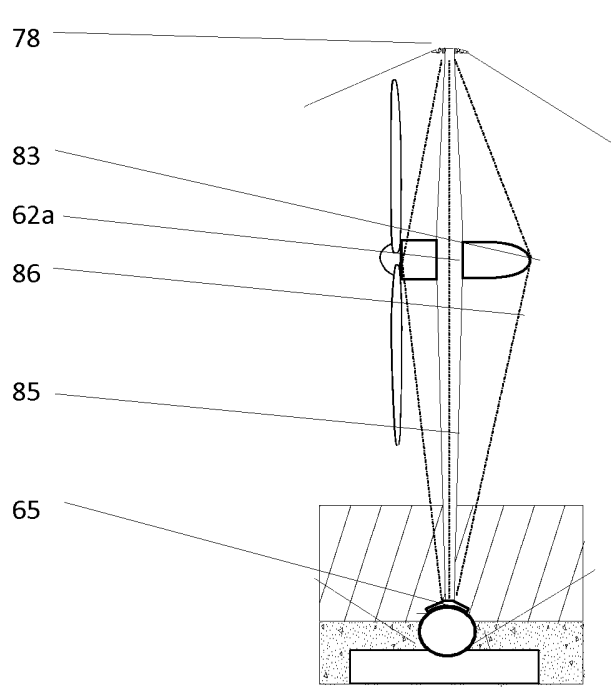
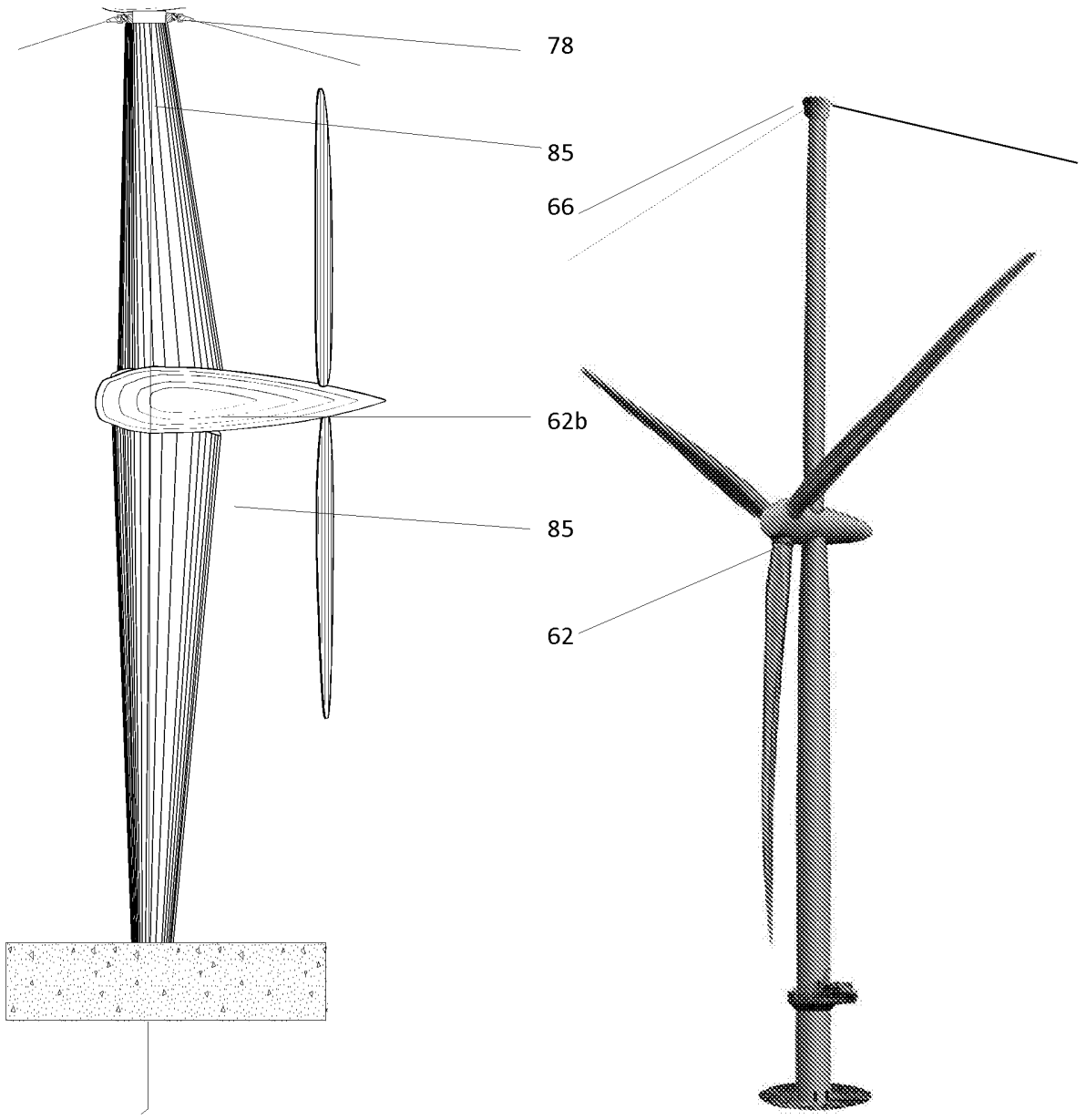
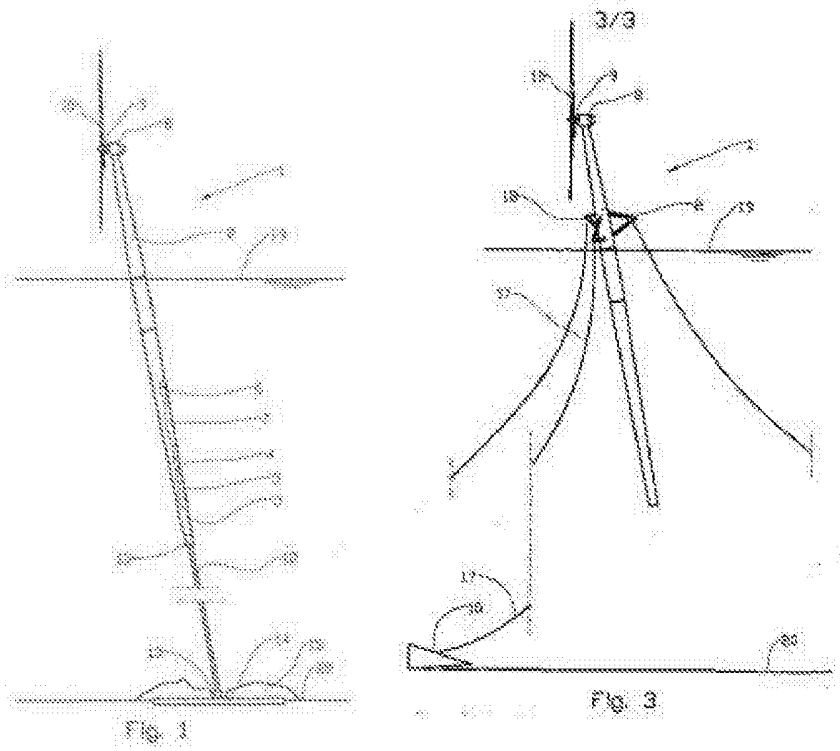


FIG.: 17

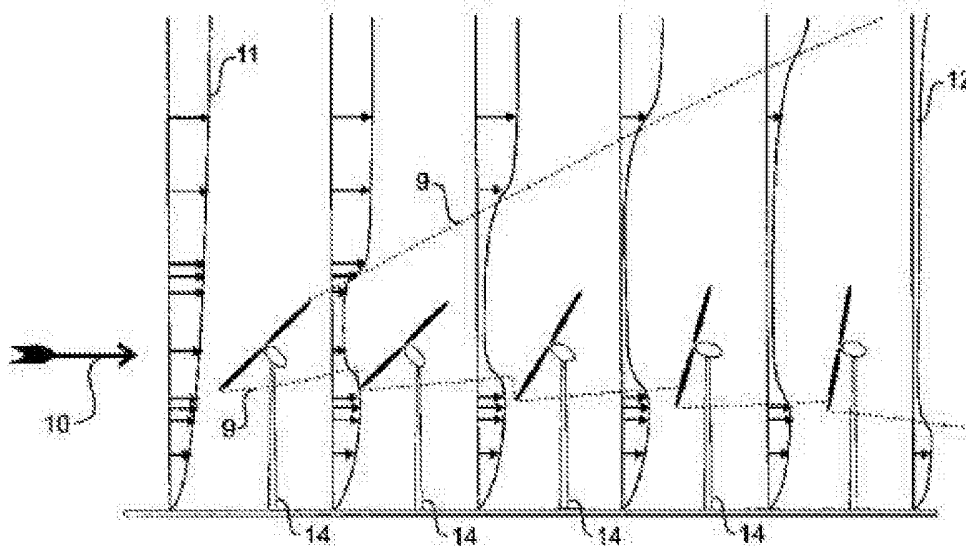
FIG.: 18



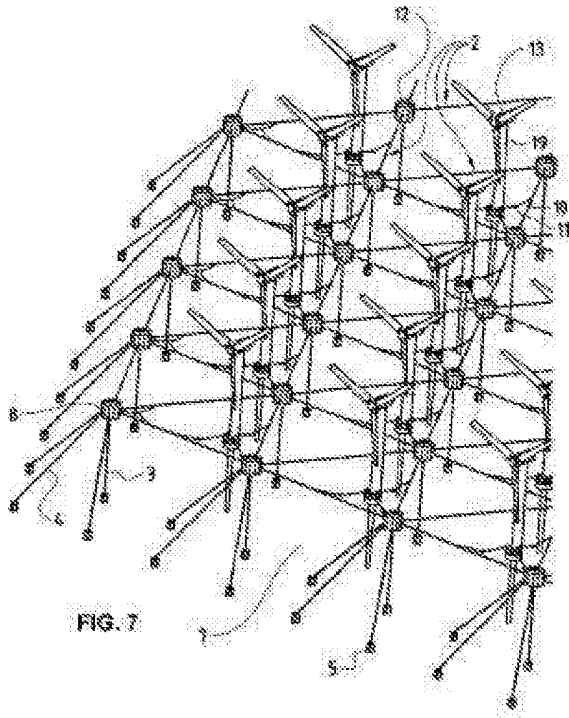
Stand der Technik 6 WO03098038



Stand der Technik 7 WO2004/011799



Stand der Technik 8 EP2604501



Stand der Technik 9 TW201508171

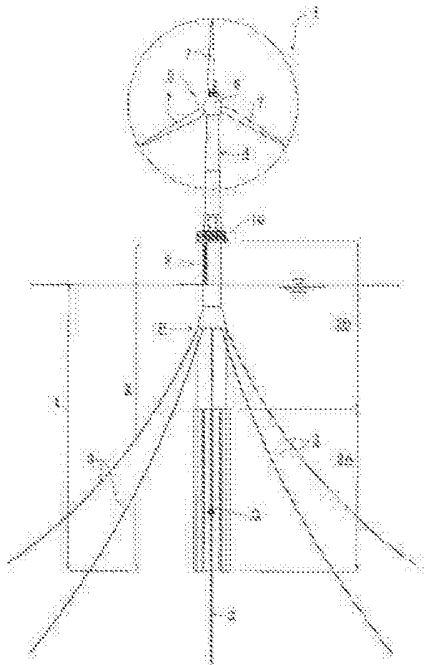


FIG.: 1

FIG.: 2

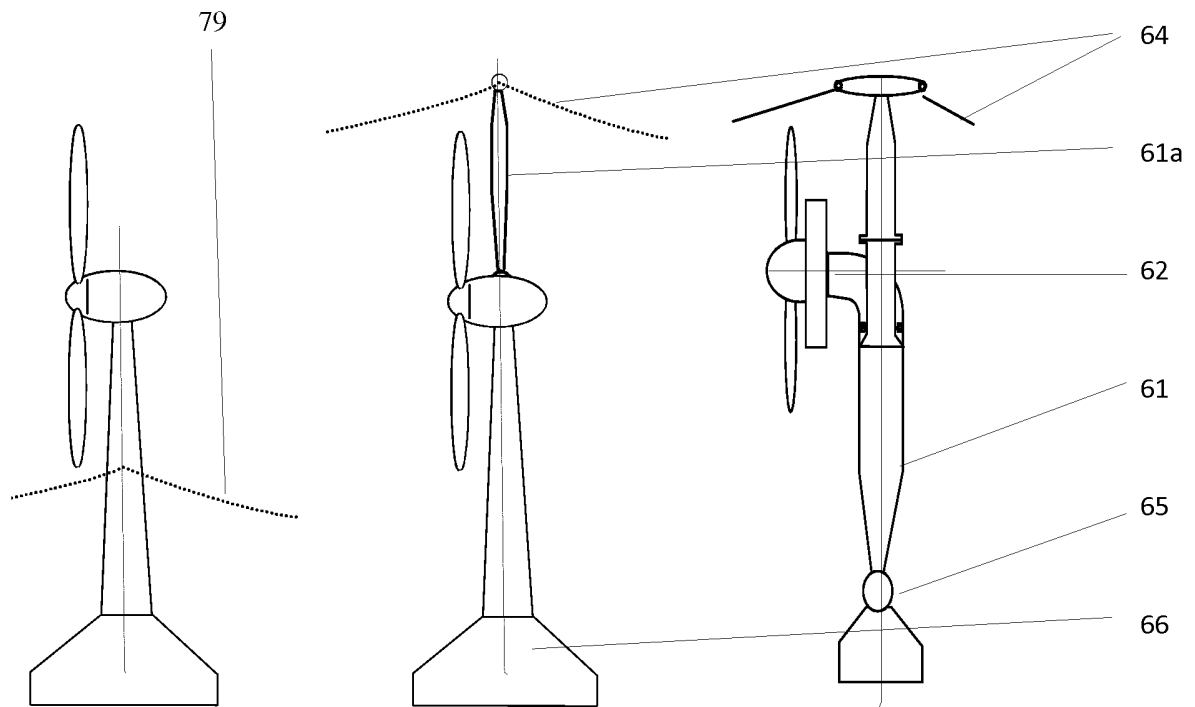


FIG.: 3

FIG.: 4

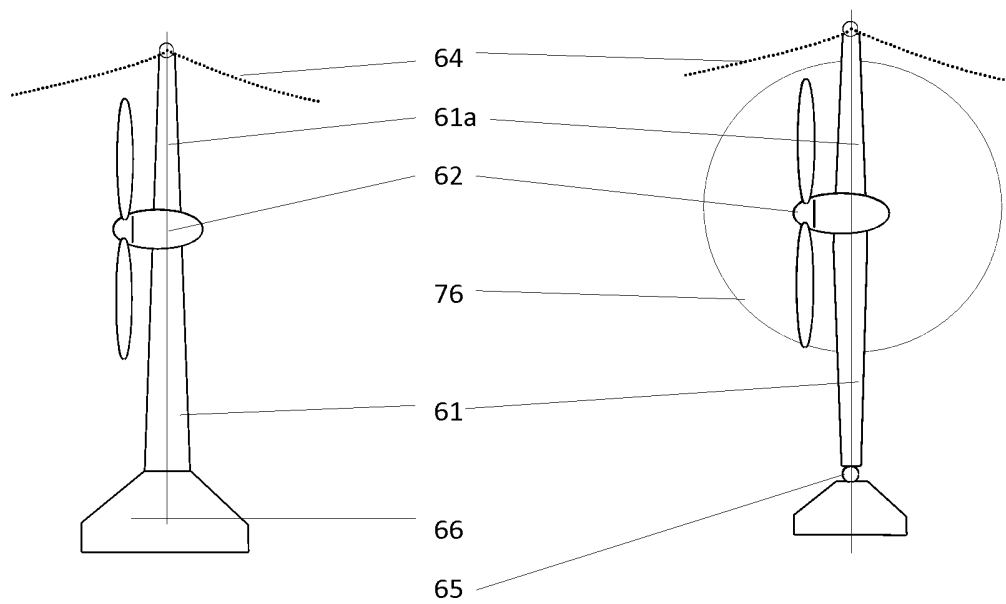


FIG.: 5

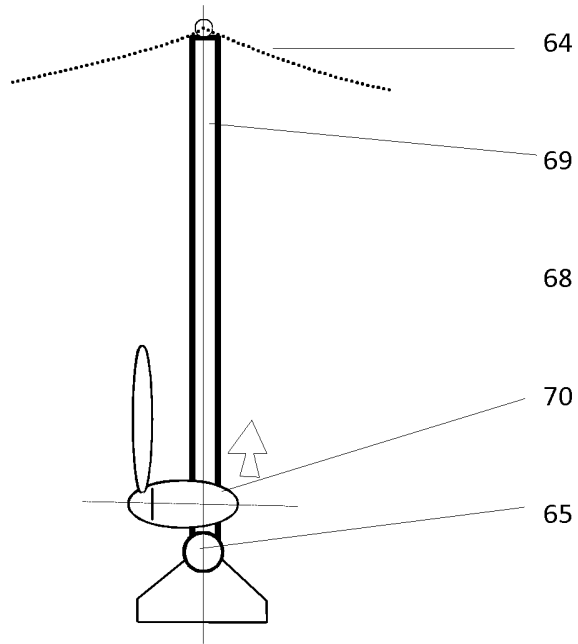


FIG.: 6

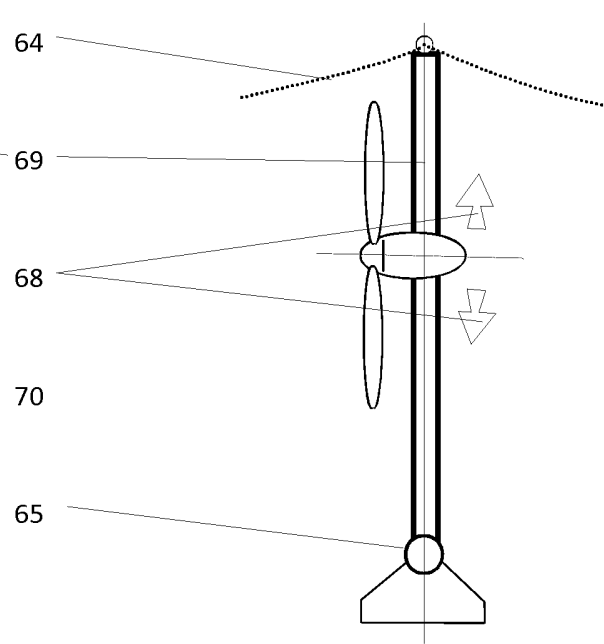


FIG.: 7

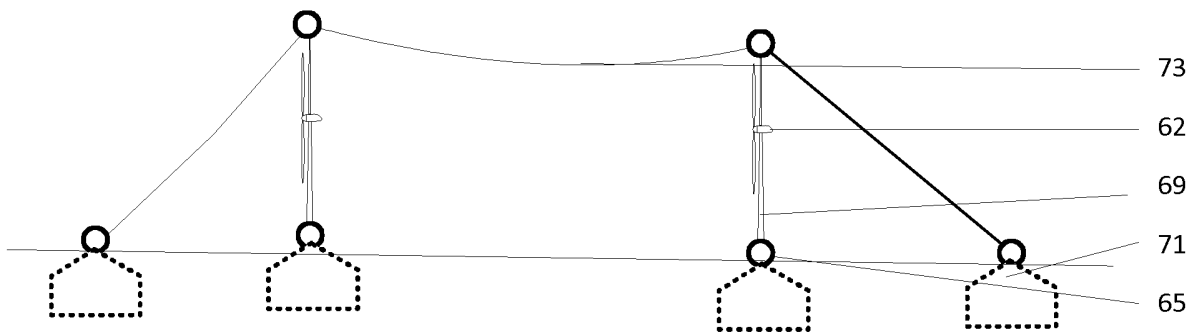


FIG.: 8

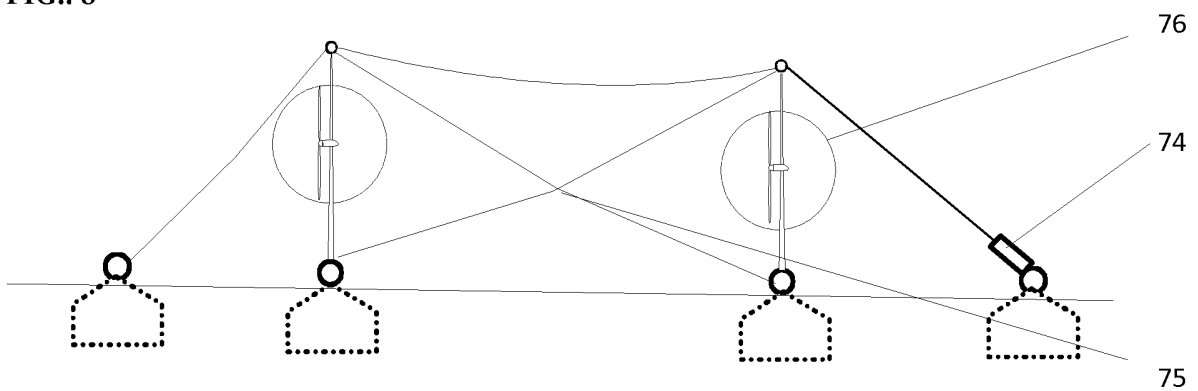


FIG.: 9

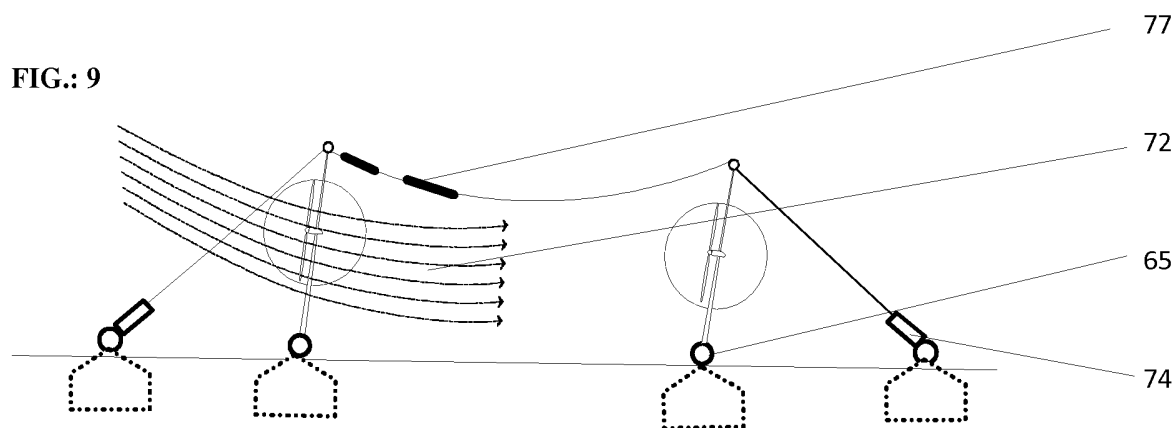


FIG.: 10

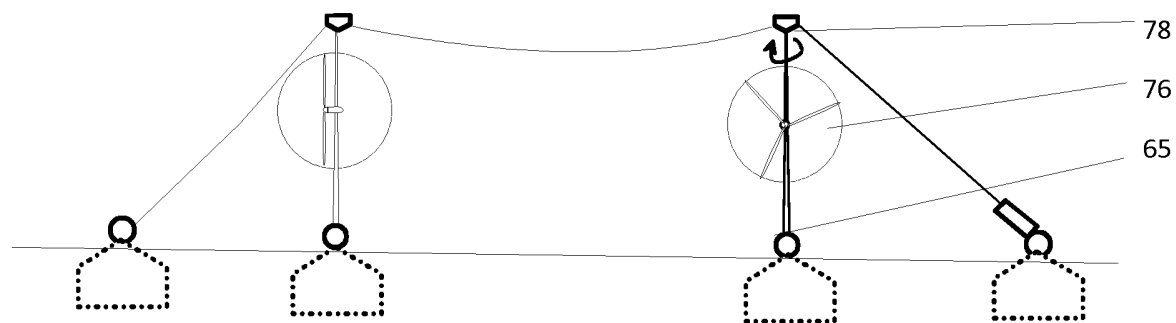


FIG.: 11

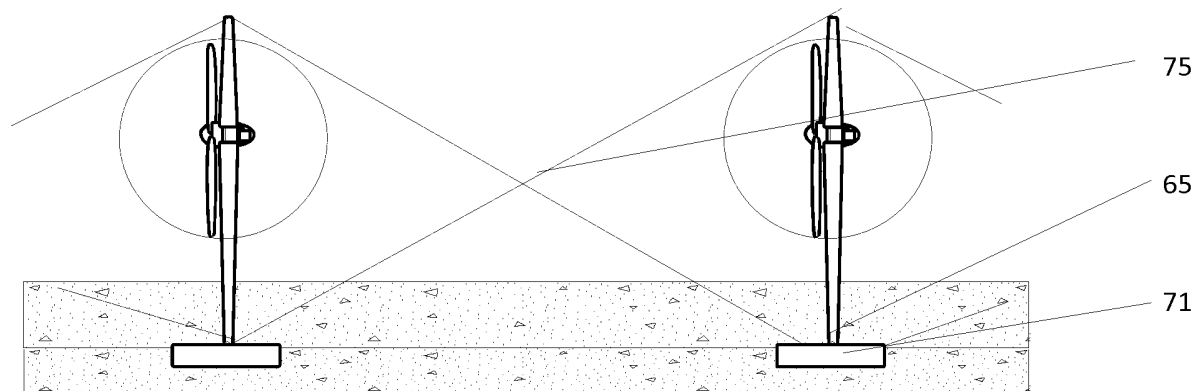


FIG.: 12

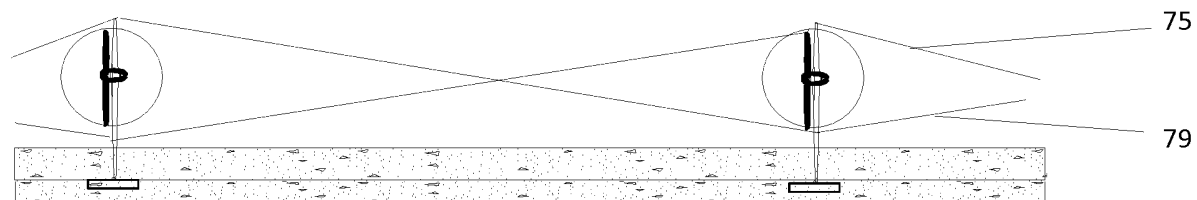


FIG.: 13

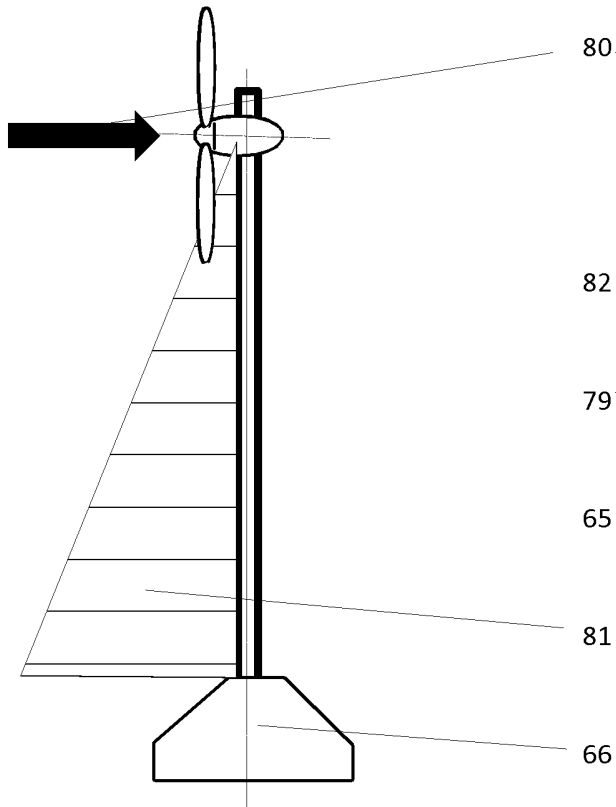


FIG.: 14

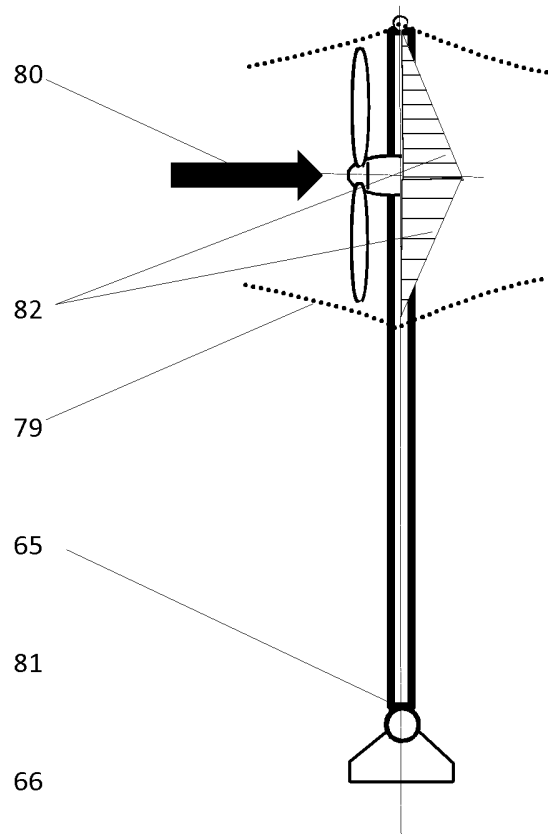


FIG.: 15

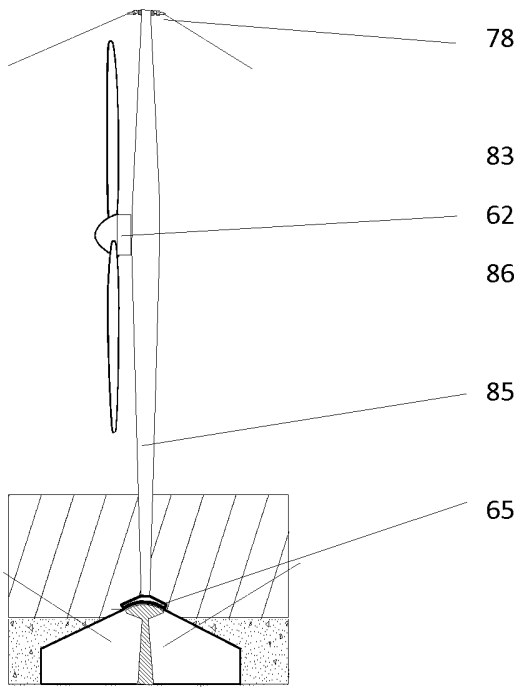


FIG.: 16

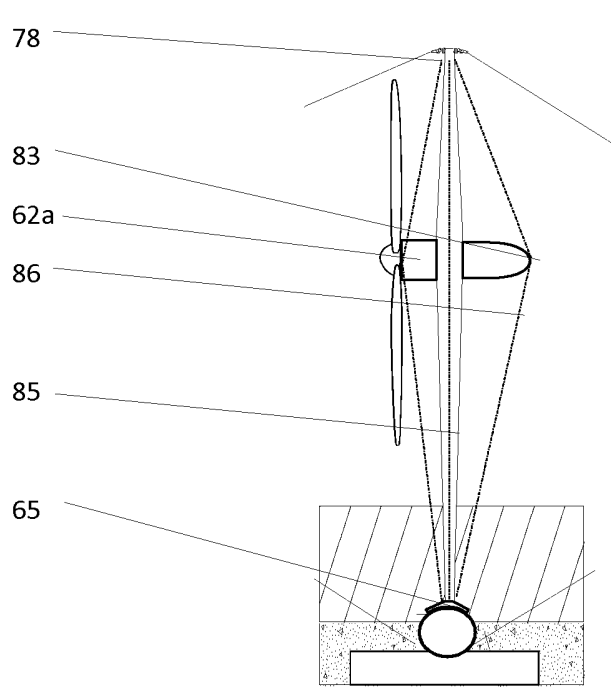


FIG.: 17

FIG.: 18

ZULETZT VORGELEGTE ZEICHNUNGEN

