

(10) **DE 10 2009 015 669 A1** 2010.10.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 015 669.0**

(22) Anmeldetag: **31.03.2009**

(43) Offenlegungstag: **07.10.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F03D 9/00** (2006.01)
F03D 1/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
EA EnergieArchitektur GmbH, 01097 Dresden, DE

(74) Vertreter:
**Kaufmann, S., Doz., Dr.-Ing., habil., Pat.-Anw.,
01309 Dresden**

(72) Erfinder:
**Döge, Klaus, Dr., 01279 Dresden, DE; Mikoleit,
Beate, Dr., 01309 Dresden, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

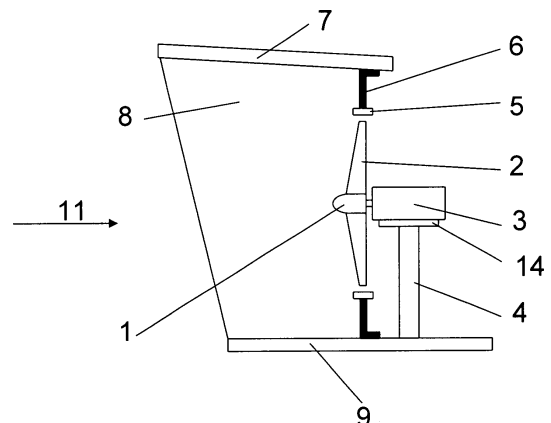
DE	100 30 292	A1
DE	31 24 892	A1
DE	29 51 085	A1
DE	202 04 945	U1
US	2008/03 15 592	A1
US	2008/00 93 861	A1
US	2005/01 04 379	A1
US	60 41 596	A
WO	2006/0 65 248	A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kleinwindkraftanlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kleinwindkraftanlage zur Montage in, an, auf oder zwischen Gebäuden, die sich dadurch auszeichnet, dass sie das Potenzial des Windes, das sich aus dem dynamischen Druck der Windgeschwindigkeit und der Druckdifferenz zwischen Luv- und Leeseite bzw. den Übergeschwindigkeiten bei der Umströmung von Gebäuden zusammensetzt, effektiv nutzt und hierbei außerdem die Entstehung und Weiterleitung von Schall und Schwingungen weitgehend verhindert. Durch seine im Verhältnis zum Laufraddurchmesser kurze axiale Länge und die mögliche Verwendung von plattenförmigen Elementen, aus denen das Gehäuse der Kleinwindkraftanlage aufgebaut ist, ergeben sich geringe Fertigungskosten und vielfältige Möglichkeiten zur Integration der Windkraftanlage in, an, auf oder zwischen Gebäuden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kleinwindkraftanlage, die sich besonders für den Einsatz in bewohntem Gebiet eignet.

[0002] Durch den nicht mehr zu leugnenden Klimawandel, dem damit gestiegenen Umweltbewusstsein und den steigenden Preisen für Rohöl hat die Erzeugung von Elektroenergie aus Windenergie in den letzten Jahren massiv an Bedeutung gewonnen. Windkraftanlagen leisten in windreichen Regionen mittlerweile einen deutlichen Beitrag bei der Deckung des Grundbedarfs an elektrischer Energie.

[0003] Üblicherweise wird dieser Beitrag durch Windkraftanlagen, die meist in großer Anzahl in unmittelbarer Nähe zueinander aufgestellt werden und die so genannten Windparks bilden, geleistet. Für viele Menschen ist der Anblick eines solchen Windparks jedoch nicht sonderlich schön.

[0004] Zudem werden die Windkraftanlagen, um die Windenergie ökonomisch zu nutzen, sehr groß ausgelegt. Das heißt, dass sie auf hohen Masten montiert werden, da die Windgeschwindigkeit und die damit verbundene Windenergie mit der Höhe zunehmen und dass sie mit großen Rotorblättern versehen werden. Die Spitzen der Rotorblätter können bei entsprechender Stärke des Windes eine Geschwindigkeit erreichen, die im Bereich der Schallgeschwindigkeit liegt. Dies verursacht allerdings eine erhebliche Lärmbelastung.

[0005] Weiterhin können bei ungünstigem Sonnenstand die Schlagschatten bzw. Reflexionen der Rotorblätter bei Anwohnern in der Nähe der Windkraftanlage psychische Störungen verursachen.

[0006] Durch ihre negativen Begleiterscheinungen (Verschandelung der Landschaft, starke Geräuschentwicklung, Hervorrufen von psychischen Störungen durch Stroboskopeffekt) werden Windkraftanlagen daher für gewöhnlich dezentral von bewohntem Gebiet, im freien Gelände aufgestellt.

[0007] Durch ein wachsendes Umweltbewusstsein der Bevölkerung gibt es in neuerer Zeit verstärkt den Wunsch, die Windenergie auch privat zu nutzen. Die bisher üblichen, großen Windkraftanlagen sind dafür ungeeignet. Für Lösungen, die dem Wunsch einer privat nutzbaren Windkraftanlage entsprechen, gibt es schon eine Reihe von technischen Lösungen.

[0008] In DE 9115618 U1 wird ein Windrad zur Energiegewinnung vorgestellt, das sich für die Platzierung auf Gebäuden eignet. Dieses Windrad stellt einen Darrieus-Rotor dar, der bevorzugt auf Schrägdächern montiert werden soll. Darrieus-Rotoren haben den Vorteil gegenüber Axial-Rotoren, dass sie unab-

hängig von der Windrichtung arbeiten können. Im Vergleich mit Axial-Rotoren mit horizontal liegender Rotationsachse hat der Darrieus-Rotor jedoch den entscheidenden Nachteil eines niedrigeren Wirkungsgrads.

[0009] In der Schrift DE 100 56 767 A1 wird eine Windkraftanlage mit an einem Gebäude angeordneten und in der Fassade integrierten achsnormal durchströmten Rotoren (Savonius-Rotoren) mit vertikaler Achse beschrieben. An den Längsseiten der Rotoren sind im Wesentlichen parallel zur Gebäudewand verlaufende, vorzugsweise schwenkbar in einem Drehgelenk gehaltene Luftleit-Fassadenelemente vorgesehen, die den Wind auffangen und dem Rotor verdichtet zuführen. Wie bei dem Darrieus-Rotor besteht ein Nachteil beim Savonius-Rotor darin, dass dieser im Vergleich mit Axial-Rotoren mit horizontal liegender Rotationsachse einen niedrigeren Wirkungsgradgrad besitzt. Zudem hat der Savonius-Rotor den Nachteil, dass er die Luft stärker verwirbelt als ein Axial-Rotor. Verwirbelungen von Luft sind jedoch immer eine Quelle für Geräuschentwicklung, die man in unmittelbarer Nähe von Wohnraum aber vermeiden möchte.

[0010] In DE 100 56 767 A1 wird eine Windturbine beschrieben, die im Dachstuhl eines Gebäudes eingebaut ist. Durch sich im rechten Winkel schneidende Luftkanäle soll gewährleistet werden, dass aus möglichst vielen Windrichtungen Windenergie genutzt werden kann. Der Nachteil besteht jedoch darin, dass der Einbau einer solchen Anlage in einem Dachstuhl, die Nutzung des selbigen als Wohnraum verhindert. Zudem kann die Anlage auch nur dann ihre volle Leistung erbringen, wenn die Windrichtung der Richtung des Windkanals entspricht.

[0011] Eine weitere Möglichkeit, die Windenergie im Bereich von Gebäuden auszunutzen, wird in US 6 041 596 A offenbart. Gemäß der Erfindung werden Gebäude winklig zueinander gebaut, sodass zwischen den Gebäuden ein tunnelartiger Kanal entsteht, in dem eine Windturbine eingebaut ist. Durch die winklig zueinander stehenden Gebäude wird der Wind eingefangen und zum Tunnel hin verdichtet. Als nachteilig ist allerdings, dass in den seltensten Fällen schon vorhandene Gebäude so stehen, dass eine solche Windkraftanlage sinnvoll nachgerüstet werden könnte; sie eignet sich primär für entsprechend geplante Gebäudekomplexe.

[0012] Auf der Messe „Husum WindEnergy“ wurde im März 2009 von der Firma „Elektro-Klaas“ die Kleinwindkraftanlage „HEVA 0.8“ vorgestellt. Durch Anwendung eines Diffusors in Profilform eines Flugzeugflügels und spezieller Oberflächenbeschichtung soll in der Turbine eine deutlich höhere Windgeschwindigkeit und damit eine höhere Energieausbeute erzielt werden. Sie soll baugenehmigungsfrei und

daher besonders geeignet sein für den Einsatz im privaten Bereich.

[0013] Des Weiteren sind durch die Arizona State University Windkraftanlagen bekannt, die an Dachkanten von Gebäuden aufgestellt werden. Diese Anlagen verfügen über ein weiteres Dach, welches den an der Gebäudefront aufströmenden Wind in den Rotor lenkt und so die Windausbeute erhöht.

[0014] Die Aussage, dass axiale Windturbinen die höchste Energieausbeute des Windes ermöglichen, kann aus der Fachliteratur (u. a. Gasch, R., Twele, J.: Windkraftanlagen. B. G. Teubner Verlag, Wiesbaden 2007) entnommen werden. Danach können, bezogen auf die Rotorfläche normal zur Windgeschwindigkeit, axiale Windturbinen knapp 50%, Darrieus-Rotoren etwa 30% und Savonius-Rotoren etwa 20% der Windenergie nutzen.

[0015] Aufgabe der Erfindung ist es, die aufgezeigten Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen. Insbesondere soll eine Kleinwindkraftanlage geschaffen werden, die in vielfältiger Weise in, an, auf oder zwischen bestehenden Gebäuden nachgerüstet werden kann. Zudem soll die Kleinwindkraftanlage leistungsfähiger als bisherige Kleinwindkraftanlagen sein und sich durch eine kompakte Bauweise auszeichnen.

[0016] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst; vorteilhafte Ausgestaltungen in den abhängigen Ansprüchen aufgezeigt.

[0017] Dem entsprechend betrifft die Erfindung eine Kleinwindkraftanlage zur Montage in, an oder auf Gebäuden, die ein axiales Laufrad, bestehend aus einer Laufradnabe und Laufradschaufeln, besitzt, um das ein Gehäuse, dessen Bestandteile eine Bodenplatte, Seitenwände und ein Dach sind, angeordnet ist. Da die Strömungsrichtung und die Windrichtung im Normalbetrieb der Kleinwindkraftanlage identisch sind, spricht man von einem axialen Laufrad. In der Rotationsebene des Laufrades befinden sich eine Blende und ein Ring. Diese füllen den Bereich aus, der sich zwischen der vom Laufrad überstrichenen Fläche und dem Gehäuse befindet, wobei der Ring das Laufrad in der Rotationsebene umschließt und mit der Blende verbunden ist. Bei kleinen Laufraddurchmessern treibt das Laufrad über eine Welle einen Generator, der über einen Schwingungsdämpfer und einem Auflager in Säulen- oder Querträgerform mit dem Gehäuse verbunden ist, direkt an. Bei größeren Laufraddurchmessern kann es notwendig sein, zwischen das Laufrad und dem Generator ein Getriebe zwischenschalten.

[0018] Der Ring, der mit der Blende verbunden ist und das Laufrad möglichst eng umschließt, verhin-

dert, dass das axiale Laufrad vom Wind umströmt wird. Durch Umströmungen an den Laufradschaufeln eines freien Laufrades entstehen an den Spitzen der Laufradschaufeln Endwirbel und damit verbundene Druckfelder, die zu Leistungsverlust und Geräuschbelastung führen. Der Ring verhindert die Ausbildung von Endwirbeln um die äußeren Enden der Laufradschaufeln, die infolge des Druckunterschiedes zwischen Druck- und Saugseite der Schaufelprofile entstehen. An Stelle der freien Umströmung der Laufradschaufelspitzen treten zwar sogenannte Spaltwirbel auf, deren Intensität ist jedoch im Vergleich mit denen der Endwirbel sehr gering und nimmt mit Verringerung der Spaltweite weiter ab. Daher wird der Abstand zwischen Laufradschaufelspitze und dem Ring erfindungsgemäß möglichst klein gewählt. Damit der Ring seine volle Wirkung entfalten kann, ist es notwendig, dass dieser eine axiale Länge aufweist, die mindestens genauso groß ist wie die axiale Erstreckung der Laufradschaufeln, wobei sich der Ring und die Laufradschaufeln zudem in einer Ebene (Koplanarität) befinden. Eine Vergrößerung der axialen Länge des Ringes über die Laufradschaufeln hinaus oder eine Neigung des Ringes zur Achse hätte nur wenig Einfluss auf die Laufradströmung, da die axiale Erstreckung des Ringes im Vergleich zum Durchmesser des Laufrades sehr gering ist. Zur Verbesserung der Strömungseigenschaften ist es weiterhin vorteilhaft, den Ring sowohl auf der Luv- als auch auf der Leeseite strömungsoptimiert abzurunden.

[0019] Die Blende trennt Zu- und Abströmseite der Kleinwindkraftanlage. Erfindungsgemäß ist das Verhältnis von achsnormaler Fläche der Blende und lichthem Querschnitt des Ringes größer als 0,5. Dadurch wird die Verzögerung vom Laufradquerschnitt zur Abströmung gesichert. Ein größeres Flächenverhältnis ist ohne Nachteil zu verwenden. Es hat sich gezeigt, dass bei einer so starken Querschnittserweiterung stromab von Windturbinenlaufrädern keine Diffusoren größerer Länge erforderlich sind. Üblicherweise haben verlustarme ablösungsfreie Diffusoren mit Übergang von runden auf eckigen Querschnitt bei einem Flächenverhältnis von 1,5 eine axiale Länge von etwa dem 2-fachen des Durchmessers. Solche Diffusoren sind bei der vorliegenden Erfindung nicht mehr notwendig. Die Kleinwindkraftanlage weist in Folge dessen eine kurze axiale Länge auf, was im Vergleich zum Stand der Technik zu einer nachhaltigen Kostenreduzierung führt. Durch die Blende wird zudem die Axialsymmetrie der Strömung durch das Laufrad verbessert. Dadurch vermindert sich die Intensität der Anfahrwirbel, die entstehen, wenn sich die Axialgeschwindigkeit bei einer Umdrehung ändert. Die Reduzierung der Intensität der Anfahrwirbel bewirkt auch eine deutliche Reduzierung der Schallabstrahlung.

[0020] Vor dem axialen Laufrad mit dem Ring und der Blende, möglichst über die Dachkante hervorste-

hend, sollen erfindungsgemäß das Dach und die Seitenwände angeordnet werden, wobei, das Dach die Seitenwände oder die Bodenplatte in Gänze oder teilweise Bestandteil des Gebäudes selbst sein können. Die Hauptaufgabe des Daches besteht darin, Luftströmungen, die vor dem Laufrad eine Vertikalkomponente nach oben besitzen, in eine Horizontalbewegung umzuleiten. Luftströmungen haben insbesondere dann eine Vertikalkomponente, wenn diese auf eine Gebäudefront treffen und nach oben umgelenkt werden. Dadurch, dass das Dach bevorzugt über die Dachkante des Gebäudes hinausragt, kann diese Vertikalbewegung der Luftströmung besonders effektiv in eine Horizontalströmung umgelenkt und genutzt werden. Auf der Abströmseite der Blende haben die Gehäusebestandteile die Funktion eines Witterschutzes.

[0021] Trifft der Wind auf die Blende, so können sich in den Ecken zwischen der Blende und den Gehäuseteilen sowohl auf der Luv- als auch auf der Leeseite der Blende Wirbel ausbilden, die geringe Leistungsverluste der Kleinwindkraftanlage verursachen. Diesem wird in vorteilhafter Weise durch Einbauten entgegengewirkt. Diese Einbauten sorgen für eine stetige Änderung des Strömungsquerschnitts vor und nach der Blende; der Entstehung von Luftverwirbelungen an der Blende werden so entgegengewirkt.

[0022] Es ist vorgesehen, dass sich zwischen Generator und Gehäuse schwingungs- und vibrationsentkoppelnde Elemente befinden, die vermeiden, dass Schwingungen und Vibrationen in die Gebäudesubstanz übertragen werden.

[0023] Eine Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Kleinwindkraftanlage sieht vor, dass zur Sicherung gegen Schaden bei großen Windgeschwindigkeiten zwischen Laufrad und Gehäuse ein Drehgelenk vorgesehen eingebaut ist, welches es ermöglicht, das Laufrad aus dem Wind zu kippen. Bei großen Windgeschwindigkeiten wird durch die auf die Laufradschaufeln wirkende axiale Kraft so groß, dass sie das Moment der Gewichtskraft des Laufrades und nachrangiger Komponenten überwindet und das Laufrad um einen Winkel von bevorzugt 30° kippt, so dass es in die sog. „Helikopterstellung“ geht. Dadurch vermindert sich die Umfangskraft, wodurch die Drehzahl des Laufrades und folglich die des Generators begrenzt werden. Wird das Laufrad kippbar ausgeführt, so muss der Ring in seiner Form derart angepasst werden, dass die Laufradschaufeln beim Kippvorgang den Ring nicht berühren können.

[0024] Es ist auch vorgesehen, die Kleinwindkraftanlage insgesamt drehbar zu lagern, sodass sie im Bereich der nutzbaren Windrichtungen immer direkt in den Wind gedreht werden. Dadurch kann die Windenergie immer bestmöglich ausgenutzt werden. Besonders vorteilhaft ist, wenn der Drehpunkt bei ne-

beneinander aufgestellten Kleinwindkraftanlagen in einen Eckpunkt der Bodenplatte gelegt wird. Dadurch können die Kleinwindkraftanlagen dicht nebeneinander aufgestellt werden; die nutzbare Dachfläche kann so optimal genutzt werden. Weiterhin kann es zweckmäßig sein, mehrere Kleinwindkraftanlagen übereinander zu montieren.

[0025] Ein Ausführungsbeispiel wird im Folgenden anhand der [Fig. 1](#) der beigefügten Zeichnungen erläutert.

[0026] [Fig. 1](#) zeigt eine Kleinwindkraftanlage von der Seite im Vertikalschnitt. Zu erkennen sind die Bodenplatte **9** und das Dach **7**, welches von den Seitenwänden **8** und der Blende **6** gehalten wird. Das Dach **7** fällt von der Vorderseite der Windkraftanlage nach hinten hin leicht ab, zudem steht es vorn über die Bodenplatte **9** hinaus. Dadurch wird erreicht, dass bei einer Montage der Kleinwindkraftanlage an einer Dachkante der an der Gebäudewand aufsteigende Wind unter dem Dach **7** gefangen wird und zum Laufrad, welches aus der Laufradnabe **1** und den Laufradschaufeln **2** besteht, geleitet wird. Das Laufrad befindet sich in einer Ebene mit der Blende **6** und dem Ring **5**, der mit der Blende **6** verbunden ist und das Laufrad umschließt. Die Welle des Generators **3** ist direkt mit dem Laufrad verbunden. Zwischen dem Auflager **4** und dem Generator **3** befindet sich ein schwingungs- und vibrationsentkoppelndes Element **14**. Das Auflager **4** ist mit der Bodenplatte **9** verbunden. Die Windrichtung **11** zeigt frontal auf das Windrad; in diesem Fall erzielt die Kleinwindkraftanlage ihre maximale Leistung.

[0027] Weitere Ausführungsvarianten der Erfindung zeigen die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#), nämlich:

[0028] [Fig. 2](#) eine Kleinwindkraftanlage im Horizontalschnitt, die zwischen zwei Gebäuden mit den Wänden **10** eingebaut ist;

[0029] [Fig. 3](#) eine Kleinwindkraftanlage im Vertikalschnitt, die an einer Außenfassade eines Gebäudes montiert ist und

[0030] [Fig. 4](#) eine auf einem Flachdach **13** installierte Kleinwindkraftanlage mit Einbauten **12** zur Strömungslenkung vor und hinter der Blende **6** von der Seite im Vertikalschnitt.

Bezugszeichenliste

1	Laufradnabe
2	Laufschaukel
3	Generator
4	Auflager
5	Ring
6	Blende
7	Dach

- 8** Seitenwände
- 9** Bodenplatte
- 10** Gebäudewand
- 11** Windrichtung
- 12** Einbauten
- 13** Gebäudedach
- 14** schwingungs- und vibrationsentkoppelndes
Element

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 9115618 U1 [\[0008\]](#)
- DE 10056767 A1 [\[0009\]](#), [0010](#)
- US 6041596 A [\[0011\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Gasch, R., Twele, J.: Windkraftanlagen. B. G. Teubner Verlag, Wiesbaden 2007 [\[0014\]](#)

Patentansprüche

1. Kleinwindkraftanlage bestehend aus einer Laufradnabe und Laufschaufeln eines axialen Laufrades, einem Generator und einem Auflager, die in, an, auf oder zwischen Gebäuden installiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass um das axiale Laufrad ein Gehäuse angeordnet ist, welches aus einem Ring (5) um das Laufrad, einer Blende (6) und einer Umarmantelung, bestehend aus einem Dach (7), Seitenwänden (8) und einer Bodenplatte (9) besteht.

2. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ring (5) am Ein- und Austritt nach der Strömung abgerundet und seine axiale Länge gleich oder größer als die axiale Erstreckung der Laufschaufeln (2) im Außenschnitt ist.

3. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge des Rings (5) gleich der Dicke der Blende (6) ist.

4. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die achsnormale Fläche von Blende (6) zum lichten Querschnitt des Ringes (5) ein Verhältnis größer als 0,5 hat.

5. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Dach, eine oder beide Seitenwände oder die Bodenplatte Bestandteil vom Gebäude selbst sind.

6. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass vor und hinter der Blende (6) Einbauten (12) zur Strömungslenkung derart angebracht sind, dass sie eine stetige Veränderung des Strömungsquerschnittes vor und nach der Blende (6) gewährleisten.

7. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen dem Generator (3) und dem Gehäuse schwingungs- und vibrationsentkoppelnde Elemente (14) befinden.

8. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Laufrad aus der Strömung des Windes kippen lässt.

9. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kleinwindkraftanlage drehbar gelagert ist.

10. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kleinwindkraftanlage in einem der Eckpunkte der Bodenplatte (9) drehbar gelagert ist.

11. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 und einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dach (7) des Gehäuses,

wenn die Kleinwindkraftanlage auf einem Dach eines Gebäudes steht, über die Dachkante des Gebäudes hinausragt.

12. Kleinwindkraftanlage nach Anspruch 1 und einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dach (7) des Gehäuses, wenn die Windkraftanlage zwischen zwei Gebäuden montiert ist, über die Dachkanten der Gebäude hinausragt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

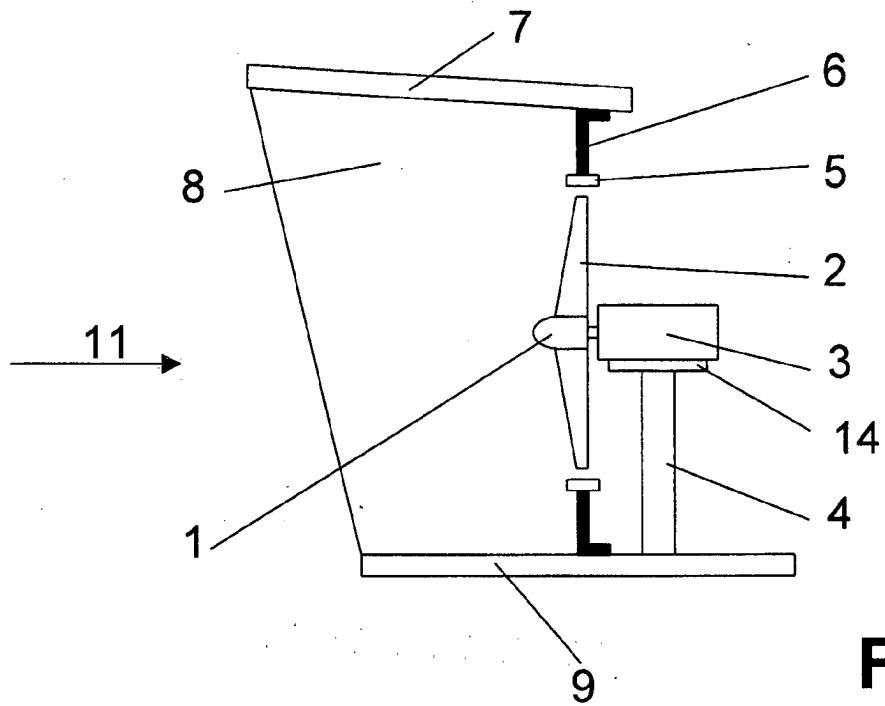


Fig. 1

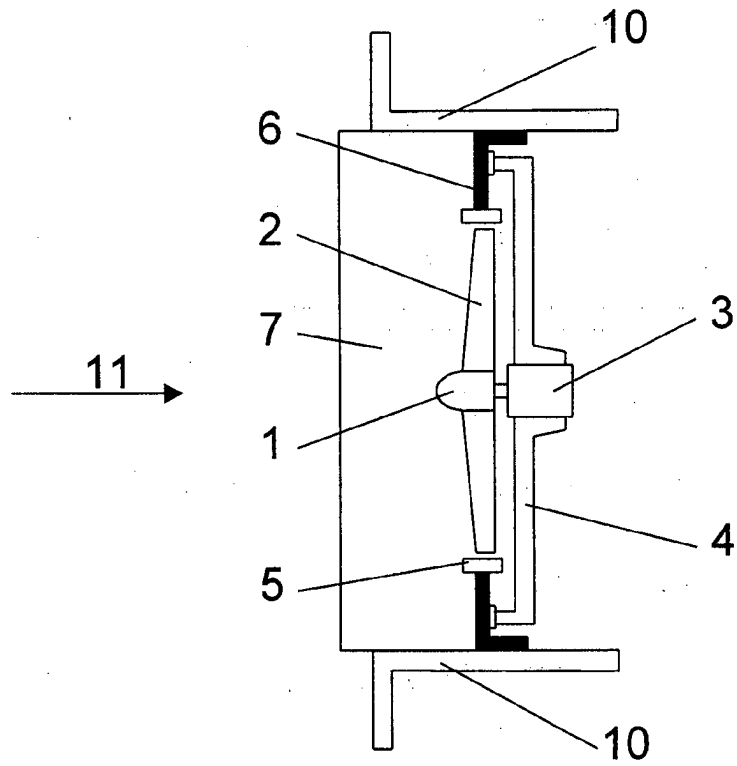


Fig. 2

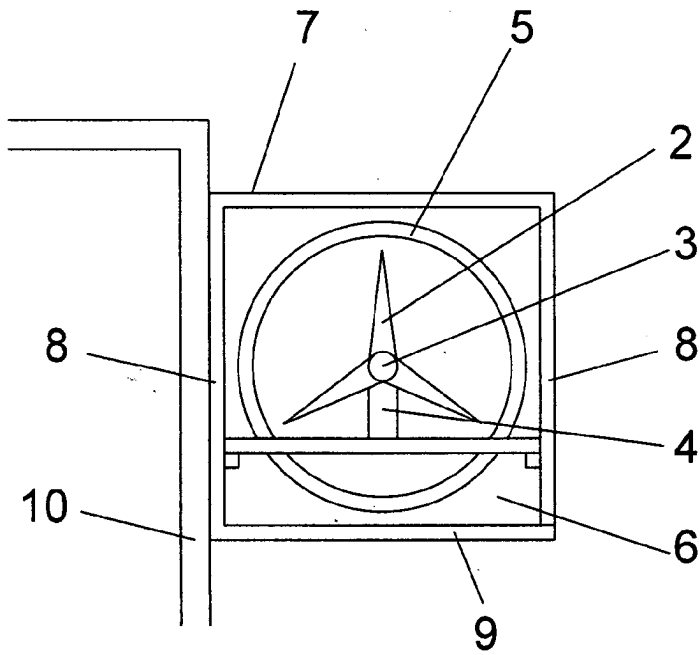


Fig. 3

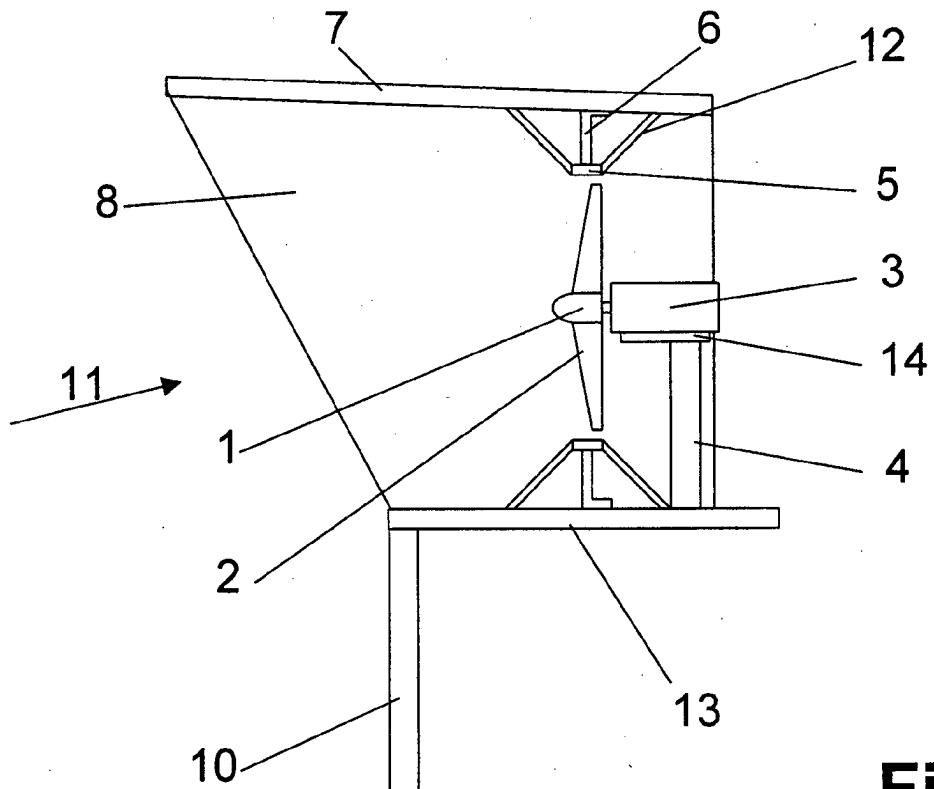


Fig. 4