



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: F 03 D

1/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

625 018

⑫① Gesuchsnummer: 8843/76

⑫② Anmeldungsdatum: 09.07.1976

⑫③ Priorität(en): 10.07.1975 US 594818

⑫④ Patent erteilt: 31.08.1981

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.08.1981

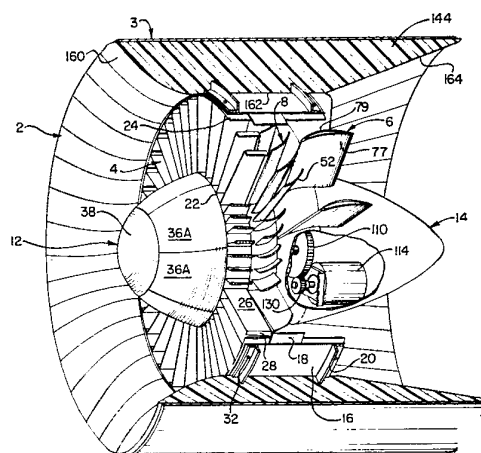
⑫⑦ Inhaber:
Oliver C. Eckel, Wellesley/MA (US)

⑫⑧ Erfinder:
Oliver C. Eckel, Wellesley/MA (US)

⑫⑨ Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

⑫④ Windturbine.

⑫⑤ Die Windturbine weist einen Rotor mit einem Laufrad (8), einen Eintrittsleitapparat (4) und einen Austrittsleitapparat (6) auf, wobei die beiden Leitapparate und der Rotor gleichachsig innerhalb eines Mantels (2) angeordnet sind. Im Zentrum einer sich trichterförmig verjüngenden Einströmzone des Mantels ist eine mit dem Eintrittsleitapparat (4) verbundene Einströmhaube (12) angeordnet. Im engen Abschnitt des Mantels befindet sich innerhalb eines Ringes (16) das Laufrad (8), welchem die gesamte durchströmende Luftmenge zugeführt wird. Dem Rotor folgt der Austrittsleitapparat (6), dem sich eine Luftaustrittszone anschliesst, die von einer sich erweiternden Mantelpartie (164) und einer hohlen Austrittshaube (14) begrenzt ist, in welcher Getriebemittel (102, 110, 130) untergebracht sind, um einen Generator (114) anzutreiben. Der Mantel ist aus Abschnitten aus geschäumtem Kunststoff gebildet, die zwischen dem Ring (16) und der Verschalung (3) gehalten sind. Bei gleicher Leistung ist der Rotoraussendurchmesser bedeutend kleiner als bei den bekannten Windkraftmaschinen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Windturbine mit mindestens einen beschauelten Statorabschnitt (4, 6) enthaltenden Stator und einem mit einer Beschauelung (52) versehenen Rotor (8), wobei der Statorabschnitt und der Rotor in Strömungsrichtung hintereinander und gleichachsig angeordnet und von einem Mantel (2) umgeben sind, der an seinem einen Ende eine sich in Strömungsrichtung trichterartig verjüngende Einlaufzone (160) und an seinem andern Ende eine sich nach aussen erweiternde Austrittszone (164) enthält, und zwischen Einlauf- und Austrittszone eine enge Zone (162) angeordnet ist, wobei der Rotor mit Getriebegliedern (102, 110, 130) verbunden ist, welche die Drehenergie an einen Generator übertragen, dadurch gekennzeichnet, dass ein zylindrischer Gehäuseringaufbau (16, 18), welcher die genannte enge Zone (162) umgibt, zur Abstützung des Rotors und des Stators dient, und dass der Mantel (2) aus mindestens zwei zu einem geschlossenen Ring zusammengebauten Abschnitten besteht, welcher vom Gehäusering (16) getragen ist und diesen umgibt.

2. Windturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (8) auf einer Welle (102) angeordnet ist, welche in einer vom Gehäuseringaufbau (16, 18) gestützten Lageranordnung (94, 96, 100, 104) drehbar gelagert ist.

3. Windturbine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator eine Anzahl radial orientierter Leitschaufeln (26) enthält, deren inneres Ende im Abstand von der Turbinenlängsachse auf einem Trägerring (22) befestigt ist.

4. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Einlaufzone eine Einströmhaube (12) zentriert ist, welche die Eintrittsluft gegen die enge Zone (162) lenkt, und dass die Einströmhaube (12) in Strömungsrichtung vor dem Rotor liegend an einem mit dem Gehäuseringaufbau (16, 18) verbundenen Statorabschnitt (4) befestigt ist.

5. Windturbine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Einströmhaube (12) an einem Trägerring (22) des genannten Statorabschnittes befestigt ist.

6. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Austrittszone (164) eine Austrittshaube (14) angeordnet ist, um eine praktisch wirbelfreie Expansion der Luft beim Austritt aus der Rotorbeschauelung zu begünstigen, und dass die Austrittshaube (14) an einem Statorabschnitt (6) befestigt ist, der in Strömungsrichtung hinter dem Rotor liegend angeordnet ist.

7. Windturbine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittshaube (14) an einem Trägerring (92) des genannten Statorabschnittes (6) befestigt ist.

8. Windturbine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Statorabschnitt (4, 6) einen radial äusseren Trägerring (16, 82) enthält, an welchem die äusseren Enden der Leitschaufeln (86) befestigt sind (Fig. 3).

9. Windturbine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der äusseren Trägerringe im Gehäuseringaufbau (16, 18) befestigt ist.

10. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass einer der Statorabschnitte (4) mit im wesentlichen ebenen, und im wesentlichen parallel zur Turbinenlängsachse sich erstreckenden Leitschaufeln versehen ist.

11. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Mantel (2) aus wenigstens zwei aus geschäumtem Kunststoff bestehenden Abschnitten aufgebaut ist.

12. Windturbine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Statorabschnitte (4, 6) vorhanden sind, von welchen sich der eine in Luftströmungsrichtung vor und der andere hinter dem Rotor (8) befindet.

13. Windturbine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (3) vorgesehen ist, die die Mantel-

abschnitte umschliesst und diese gegen den Gehäusering (16) festhält.

14. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorbeschauelung (8) mehrere radial zur Turbinenachse verlaufende Rotorscheaufeln (25) enthält, die eine schraubenlinienförmige Krümmung besitzen.

15. Windturbine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Statorabschnitt (6) mehrere Leitschaufeln (86) enthält, die sich von der Turbinenachse radial nach aussen erstrecken und eine schraubenlinienförmige Krümmung aufweisen, welche der Krümmung der Rotorscheaufeln (52) entgegengesetzt verläuft.

16. Windturbine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsschraube (14) einen Hohlraum begrenzt, und dass die Getriebeglieder (102, 110, 130) mit einem im genannten Hohlraum untergebrachten elektrischen Generator (114) antriebsverbunden sind.

17. Windturbine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (3) zum Umschliessen der Mantelabschnitte eine metallische Hülse ist.

18. Windturbine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Hülse (3) aus mindestens zwei Teilen besteht, und dass Mittel (154, 156) vorgesehen sind, welche diese Teile auf dem Mantel (2) festhalten.

19. Windturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelabschnitte (114) über beide Stirnenden des Gehäuseringes (16) herausragen.

Windkraftmaschinen sind seit Jahrhunderten als Energiewandler bekannt und wurden benutzt, um beispielsweise Wasser zu pumpen oder Getreide zu mahlen. Da die vom Wind gelieferte Energie sauber ist und keine Verunreinigung mit sich bringt, hat man seit langem das Augenmerk darauf gerichtet, den Wirkungsgrad von Windkraftmaschinen zu verbessern und die Investitionskosten zu erniedrigen. Einige der jüngsten Versuche zur Verbesserung der Ausnutzung der Windenergie werden von E. F. Lindsley, in «Wind Power», Popular Science Magazine, Juli 1974, Seiten 54–59, und Henry Clews, in «Electric Power From The Wind», Copyright 1973, 1974 beschrieben. Bezügliche Publikationen sind auch die US-Paten 3.339.078 und 3.822.740, sowie der Report NSF/RANN/SE/GI-39457/PR/74/3, Development of an Electrical Generator and Electrolysis Cell for Wind Energy Conversion System (prepared by Oklahoma State University). Die Leistung, die eine herkömmliche Propeller-Windturbine erzeugen kann, ist jedoch direkt proportional zum Quadrat des Durchmessers des Kreises, den die Propellerspitzen beschreiben und ausserdem proportional zur dritten Potenz der Windgeschwindigkeit. Diese Beziehung kann allgemein wie folgt ausgedrückt werden:

$$P = f [D^2 V^3]$$

Dabei ist P die erzeugte Leistung, D ist der Durchmesser des von den Propellerspitzen umschriebenen Kreises und V ist die Geschwindigkeit des die Schaufeln durchströmenden Windes. Es ist ausserdem bekannt, dass je weiter die Windkraft von der Drehachse aufgebracht werden kann, desto grösser das Drehmoment wird, welches auf diese Weise erzeugt werden kann. Andererseits ergibt sich bei Vergrösserung des Durchmessers eine Verringerung der Drehzahl. Ausserdem wird es mit zunehmender Länge des Propellers bzw. der Schaufel immer schwieriger und kostspieliger, Schaufeln von leichtem Gewicht in der strömungsgünstig zweckmässigen Form herzu-

stellen, die in der Lage sind, den jeweils herrschenden Wind auszuhalten ohne einer übermässigen Durchbiegung oder Verzerrung unterworfen zu sein.

Die Erfindung bezweckt die Schaffung einer in kompakter Bauform, vorzugsweise in Modultechnik erstellbaren Windturbine mit mindestens einen beschauelten Statorabschnitt enthaltendem Stator und einem mit einer Beschauelung versehenen Rotor, wobei der Statorabschnitt und der Rotor in Strömungsrichtung hintereinander und gleichachsig angeordnet und von einem Mantel umgeben sind, der an seinem einen Ende eine sich in Strömungsrichtung trichterartig verjüngende Einlaufzone und an seinem anderen Ende eine sich nach aussen erweiternde Austrittszone enthält, und zwischen Einlauf- und Austrittszone eine enge Zone angeordnet ist, wobei der Rotor mit Getriebegliedern verbunden ist, welche die Drehenergie an einen Generator übertragen.

Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe besteht darin, dass ein zylindrischer Gehäuseringaufbau, welcher die genannte enge Zone umgibt, zur Abstützung des Rotors und des Stators dient, und dass der Mantel aus mindestens zwei zu einem geschlossenen Ring zusammengebauten Abschnitten besteht, welcher vom Gehäusering getragen ist und diesen umgibt.

Nachstehend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Turbine in einer bevorzugten Ausführungsform, wobei verschiedene Teile geschnitten dargestellt sind;

Fig. 2 eine Vorderansicht der in Fig. 1 dargestellten Turbine;

Fig. 3 eine auseinandergezogene Schnittansicht der Turbine nach Fig. 1 und 2;

Fig. 4 einen Teillängsschnitt in grösserem Massstab, der erkennen lässt, wie eine Rotorschaukel an ihrer Nabe festgelegt ist;

Fig. 5 eine Teilansicht, welche die Gestalt einer der Rotorschaukeln erkennen lässt;

Fig. 6 eine rückwärtige Ansicht des Rotorgetriebegehäuses;

Fig. 7 einen Längsschnitt des Auslaufkonus;

Fig. 8 einen Längsschnitt der eine abgewandelte Ausführungsform des Auslaufkonus und der Mittel veranschaulicht, die eine entfernt angeordnete Vorrichtung antreiben;

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht einer mit einem hexagonalen Turbinengehäuse; und

Fig. 10–12 Stirnansichten von unterschiedlich angeordneten Batterien von Turbinen, die zusammen eine Anlage bilden.

Gemäss Fig. 1 bis 3 weist die Windturbine einen Mantel 2 auf, der ein den Wind sammelndes Venturirohr umfasst, und es ist eine diese Windführung umschliessende Gehäuseeinrichtung 3 vorgesehen. Ferner weist die Turbine einen Einlassstatoraufbau 4, einen Auslassstatoraufbau 6 und zwischen den Statoraufbauten einen Rotoraufbau 8 auf. Ferner ist ein Rotorgetriebegehäuse 10 und ein Nasenkonus 12 sowie eine Austrittshaube 14 vorgesehen. Die Luftführung umgibt den Statoraufbau und den Rotoraufbau.

Wie aus den Fig. 1 und 3 ersichtlich, sind Stator- und Rotoraufbauten sowie Rotorgetriebegehäuse sämtlich an einem Hauptgehäuseaufbau befestigt, der aus einem zylindrischen Gehäuse 16 und einem zylindrischen Statorabstandsring 18 besteht, welcher letzterer am Gehäuse 16 befestigt ist und als Luftführung für den Rotor bzw. das Gebläse wirkt, und ausserdem Anschläge für den Einlass- und den Auslassstatoraufbau bildet. Der Gehäuse 16 besitzt eine grössere axiale Erstreckung als der Statorabstandsring, und letzterer liegt innerhalb des ersteren und ist an diesem durch Verschweissen oder geeignete Befestigungsmittel, beispielsweise Nieten oder

Schrauben befestigt. Zusätzlich umgeben zwei Winkeleisen-Versteifungsringe 20 den Gehäuse 16 benachbart zu seinem Vorder- und Hinterrand; sie sind an diesem befestigt. Diese Versteifungsringe besitzen einen L-förmigen Querschnitt und sind am Gehäuse 16 durch Verschweissung oder durch andere Befestigungsmittel festgelegt, beispielsweise durch Nieten oder durch Schrauben.

Aus Fig. 1 bis 3 ist ferner ersichtlich, dass der vordere Einlassstatoraufbau 4 zwei zylindrische und konzentrische innere und äussere Statorschaukelträgerringe 22 und 24 sowie mehrere in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnete Statorschaukeln 26 aufweist. Die Statorschaukeln bestehen aus flachen, dünnen Platten, die sich in radialer Richtung zwischen den inneren und äusseren Trägerringen erstrecken und so eingestellt sind, dass ihre geraden Vorder- und Hinterränder auf die Mittelachse der Trägerringe ausgerichtet sind. Vorzugsweise sind, wie aus Figur 1 und 2 ersichtlich, die Statorschaukeln am äusseren und inneren Ende mit Flanschen 28 ausgestattet, die zur Befestigung der Schaukeln an den inneren und äusseren Tragring dienen. Vorzugsweise aber nicht notwendigerweise sind Vorder- und Hinterrand der Einlassstatorschaukeln zu einem messerartigen Rand verjüngt. Stattdessen kann der Vorderrand der Statorschaukel eine erste bestimmte Gestalt aufweisen, während der Hinterrand eine hiervon unterschiedliche Randgestalt haben kann. Zum Beispiel kann der Vorderrand abgerundet sein, während der Hinterrand zu einem scharfen messerartigen Rand verjüngt sein kann.

Der vordere Statoraufbau ist als Einheit am Hauptgehäuse 16 festgelegt und der äussere Trägerring 24 ist im Gehäuse 16 gleitbar und er ist durch das Zusammenwirken mit dem Statorabstandsring 18 wirksam festgelegt. Der vordere Statoraufbau ist am Gehäuse 16 durch Schrauben 32 (Figur 1 und 3) befestigt.

Der Nasenkonus 12 wird durch den Einlassstatoraufbau getragen. Der Nasenkonus kann als massiver Bauteil ausgebildet sein. Vorzugsweise ist er jedoch als Hohlkörper ausgebildet und besteht aus mehreren gewichtsmässig leichten Bauteilen, die ineinander passen und einen Nasenkonus bilden, dessen äussere Oberfläche die Oberfläche eines Rotationskörpers bildet. Gemäss einer bevorzugten Ausführung nach Figur 1 bis 3 besteht der Nasenkonus aus einem hohlen Plastikkörper 36, der aus gewichtsmässig leichtem Schaumstoff, z. B. Polyurethanschaum, einem zentralen Einsatzkörper 38 und einem Befestigungsring 40 besteht. Der Plastikkörper besteht aus mehreren Abschnitten 36A (gemäss dem Ausführungsbeispiel sind es sechs Abschnitte). Diese Abschnitte sind ringförmig um den mittleren Einsatzkörper 38 herum angeordnet. Die äussere Oberfläche des Einsatzkörpers bzw. Zapfens besitzt eine gleichförmige Krümmung die so gestaltet ist, dass sie eine Fortsetzung der Krümmung der äusseren Oberfläche des Plastikkörpers bildet, der seinerseits die Oberfläche eines Rotationskörpers aufweist. Der Einsatzkörper 38 und der Plastikkörper sind durch ein geeignetes Klebemittel oder andere geeignete Mittel miteinander verbunden. Der Ring 40 ist an den Abschnitten 36 durch Verklebung, oder durch mechanische Befestigungsmittel, oder durch einen Presssitz befestigt. Wie aus Figur 3 ersichtlich, sind die Aufbauabschnitte 36 mit einer in Umfangsrichtung verlaufenden Nut ausgestattet, die dem Haltering angepasst ist. Letzterer ist so bemessen, dass er innerhalb des inneren Statorschaukeltragrings gleiten kann, wobei die äussere Oberfläche des Plastikkörpers hiermit in Eingriff steht und einen glatten Übergang am Vorderrand des inneren Statortragrings 22 gebildet ist, an dem er durch Befestigungsschrauben 42 (Figur 3) festgelegt ist.

Gemäss Figur 1, 3, 4 und 5 weist der Rotoraufbau eine Hülse 44, eine zu dieser Hülse konzentrische, kreisförmige Scheibe 46 und einen zylindrischen Rand 48 auf, der am Umfang der Scheibe konzentrisch zur Hülse 44 angeordnet ist.

Vorzugsweise sind mehrere Verstärkungsstege oder Verstärkungsrippen 50 zwischen der Scheibe 46 und der Hülse 44 angeordnet und mit diesen verschweisst. Der Ring 48 dient als Träger bzw. Befestigungspunkt für die Rotorscheaufeln 52. Zu diesem Zweck ist der Rand mit einer Reihe von im gleichen Abstand zueinander angeordneten Löchern 51 versehen und in jedem Loch ist eine Lagerschale 54 vorgesehen. Ausserdem ist jede Rotorscheaufel 52 an ihrem inneren Ende mit Mitteln versehen, durch die sie einstellbar an der Lagerschale 54 festlegbar ist. Vorzugsweise bestehen die Schaufelbefestigungsmittel, wie aus Figur 4 und 5 ersichtlich, aus einer Scheibe 56, die am inneren Ende jeder Rotorscheaufel angeschweisst ist. Jede Scheibe 56 weist ein kreisförmiges Mittelloch auf, welches dem Kopf 58 eines Bolzens 60 angepasst ist. Der Kopf 58 ist, wie bei 62 angedeutet, an Ort und Stelle verschweisst. Demgemäss bilden Bolzen 60 und Scheiben 56 innere Fortsätze der Rotorscheaufeln. Jede Scheibe 56 passt in ein Loch 51 ein, wobei der Bolzen 60 durch eine der Lagerschalen hindurchsteht und über eine Mutter 84 und eine Sperrunterlegscheibe 66 verschraubt ist. Durch Lösen der Muttern wird es möglich, die Rotorscheaufeln so zu drehen, dass der Anstellwinkel geändert wird. Um eine Festlegung der Rotorscheaufeln in einer vorgewählten Lage zu ermöglichen, ist es zweckmässig, jede Scheibe 56 mit zwei in Umfangsrichtung im Abstand zueinander liegenden Löchern 67A und 67B auszurüsten und einen Verriegelungsstift 68 vorzusehen, der selektiv in einem dieser Löcher festlegbar ist. Ausserdem ist jede Lagerschale 54 mit mehreren identischen in gleichem Abstand zueinander liegenden Löchern 70 versehen, die so angeordnet und bemessen sind, dass sie den von der jeweiligen Scheibe 56 getragenen Verriegelungsstift 68 aufnehmen können. Die Löcher 67A und 67B sind in einem Abstand zueinander angeordnet, der gleich ist dem $1\frac{1}{2}$ -fachen Abstand zwischen den Löchern 70, d.h. die Löcher 67 und 70 können im Abstand von 30 bzw. 20 Grad zueinander angeordnet sein. Jede Rotorscheaufel ist in einer von mehreren unterschiedlichen Winkelstellungen festlegbar, die durch Verschiebung des Stiftes 68 aus dem Loch 67A nach dem Loch 67B oder umgekehrt, und durch Drehung der Scheibe 56 bestimmt sind, wodurch der Stift 68 von einem der Löcher 70 nach einem anderen vorgeschoben wird. Wenn α der Winkel zwischen den Löchern 70 ist und ein Winkel von $1\frac{1}{2}$ die Löcher 67A von den Löchern 67B trennt, dann ändert die Verschiebung des Stiftes 68 aus dem Loch 67A nach dem Loch 67B jede der Winkelstellungen, in denen die Rotorscheibe festgelegt werden kann, durch Zusammenwirken von Stift 68 und Löchern 70 um $\frac{1}{2}\alpha$.

Im Gegensatz zu den Schaufeln des Einlassstators ist jede Schaufel des Rotoraufbaus mit einer schraubenlinienförmigen Krümmung über die Länge versehen. Die Rotorscheaufeln können so gestaltet sein, dass ihre gegenüberliegenden Seiten im Querschnitt flach sind, jedoch ist es zweckmässiger, die Schaufeln mit einem Querschnitt auszurüsten, der eine Stromlinienform hat. Insbesondere sollte, wie aus Figur 1 und 5 ersichtlich, an jedem Punkt über die Längsachse der Rotorscheaufel die eine Seite 72 der Rotorscheaufel eine konkave Krümmung besitzen, und die andere Seite 74 konvex ausgebildet sein. Ausserdem sollte die Rotorscheaufel schraubenlinienförmig um die Drehachse der Scheibe 56 gekrümmt sein, die exzentrisch zur Längsmittellinie der Rotorscheaufel verläuft. Das innere verankerte Ende der Schaufel besitzt eine kleinere Abmessung von Rand zu Rand als das äussere freie Ende. Die Vorderränder 76 und die Hinterränder 78 der Rotorscheaufeln liegen jedoch jeweils in Ebenen, die sich radial bezüglich der Hülse 44 erstrecken. Demgemäss erhöht sich die Luftversetzung der Rotorscheaufel mit sich vergrößerndem Abstand von der Hülse 44. Auch die Anstellung der Schaufel ändert sich mit sich vergrößerndem Abstand von der Hülse 44, wobei der absolute Wert der Anstellung durch die Winkellage der

Scheibe 56 relativ zu den Lagerschalen 54 eingestellt wird. Vorzugsweise ist die Schaufel schraubenlinienförmig um einen Winkel von etwa 15 bis 20° gekrümmt und die Schaufel wird durch Drehung der Scheibe 56 derart eingestellt, dass der Anstellwinkel des Vorderrandes 76 bei der herrschenden Windgeschwindigkeit ein Optimum ist. Gemäss Figur 5 wird der Anstellwinkel als jener Winkel definiert, der zwischen einer Linie, die vom Vorderrand 76 nach der Schwenkachse der Schaufel verläuft und einer zweiten Linie liegt, die von der Schwenkachse rechtwinklig nach dem Vorderrand 80 des Randes 48 verläuft. Die Länge der Rotorscheaufeln wird so eingestellt, dass dann wenn der Rotoraufbau so angeordnet wird, dass die Hülse 44 konzentrisch mit der Mittelachse des Hauptgehäuseringes verläuft, die äusseren Enden der Rotorscheaufeln dicht am Statorabstandshalter verlaufen, aber einen geringen Abstand zu diesem aufrechterhalten, was zur Folge hat, dass im wesentlichen die gesamte, durch die Einlassschaufeln hindurchströmende Luft auch die Rotorscheaufeln durchläuft.

Gemäss Figur 3 weist der Auslassstatoraufbau äussere und innere Tragringe 82 und 84 sowie mehrere Statorschaufeln 86 auf, die an den zugeordneten Trägerringen befestigt sind und sich zwischen diesen erstrecken. Die Auslassstatorschaufeln 86 sind nicht flach, sondern stattdessen sind ihre gegenüberliegenden Seiten so gestaltet, dass im Querschnitt jede Schaufel die Gestalt eines stromlinienförmigen Profils besitzt mit einer konkaven Seite 77 und einer konvexen Seite 79, wie aus Figur 1 ersichtlich. Diese Statorschaufeln haben schneidenartige Vorder- und Hinterränder. Ein weiteres Erfordernis der Auslassstatorschaufeln besteht darin, dass sie so angeordnet werden, dass ihre Anstellung der Anstellung der Rotorscheaufeln entgegengesetzt ist. Diese entgegengesetzte Krümmungsbeziehung ergibt sich eindeutig aus Figur 1. Ebenso wie die Einlassstatorschaufeln können die Auslassstatorschaufeln 86 mit Flanschen an ihren äusseren und inneren Enden versehen sein, damit sie an den entsprechenden Trägerringen festlegbar sind, oder sie können hieran durch Schweißen oder Hartverlötung befestigt werden. Die Auslassstatorschaufeln können auch massiv ausgebildet sein, ebenso wie die Einlassstatorschaufeln. Vorzugsweise sind die Auslassstatorschaufeln, wie aus Fig. 1 ersichtlich, jedoch hohl ausgebildet, um Gewicht zu sparen, und sie können als Durchführung für ein elektrisches Kabel dienen, wie weiter unten beschrieben wird.

Der Auslassstatoraufbau ist am Rotortriebsgehäuse befestigt, das seinerseits eine zylindrische Verkleidung 92 und zwei flache Scheiben 94 und 96 aufweist, die an der äusseren Verkleidung angeschweisst sein können oder die Umfangsflansche 98 besitzen können, die an der Verkleidung 92 verschweisst sind, oder die durch geeignete Schraubbefestigung hieran festgelegt sind. Die Scheiben 94 und 96 besitzen je eine Mittelöffnung und in jeder Mittelöffnung befindet sich ein herkömmliches Wälzlager 100, das eine Getriebeantriebswelle 102 umgibt und diese trägt. Das vordere Ende der Welle besitzt einen verminderten Durchmesser, so dass die Welle durch die Mittelhülse 44 des Rotoraufbaus hindurchstehen kann. Die Welle 102 ist an der Hülse mittels einer herkömmlichen Keilverbindung 106 und mittels einer Mutter 108 festgelegt, die auf das Ende der Welle aufgeschraubt ist und die Hülse 44 und einen Abstandshalter 104 gegen das Wälzlager 100 in der Scheibe 94 drückt. Die Keilverbindung gewährleistet, dass Rotoraufbau und Welle sich als Einheit drehen und die Mutter 108 ermöglicht eine Abnahme des Rotors von der Welle.

Am rückwärtigen Ende der Welle 102 befindet sich ein grosses Antriebsrad 110, welches einen Teil eines Getriebes bildet, um einen oder mehrere elektrische Generatoren 114 anzutreiben. Zu diesem Zweck sind Lagerungen 116 für die Generatoren an der rückwärtigen Seite der hinteren Scheibe

96 vorgesehen. Wie aus Figur 3 und 6 ersichtlich, besteht jede Halterung aus zwei Seitenwänden 118 und 120, einem mittleren Plattenteil 112, der parallel zu der Scheibe 96 verläuft und aus zwei Flanschen 124, die einstückig mit den Seitenwänden hergestellt sind. Diese Flansche werden benutzt, um die Träger an der Scheibe 96 entweder durch Verschweissung oder durch geeignete Befestigungsmittel festzulegen. Der Plattenteil der Halterung wird als Befestigungspunkt für den zugeordneten elektrischen Generator 114 benutzt, und der Plattenteil ist zu diesem Zweck mit mehreren Löchern 126 versehen, um Befestigungsbolzen für den elektrischen Generator aufzunehmen. Jeder Plattenteil besitzt ausserdem eine Öffnung 128, durch die die Eingangswelle des zugeordneten Generators hindurchsteht. Jede Öffnung 128 ist vorzugsweise gross genug, um ein Spiel für ein Stirnrad 130 zu bilden, das an der Eingangswelle des Generators festgelegt ist, und mit dem Hauptantriebsrad, wie aus Figur 4 und 6 ersichtlich ist, kämmt. In Figur 6 sind drei Lagerhalter ersichtlich, welche drei Generatoren halten, die von der Turbine angetrieben werden. Es können jedoch weniger oder auch mehr als drei Generatoren von den Halterungen 116 am Rotorgetriebegehäuse gehalten und durch den Rotor angetrieben werden.

Das Rotorgetriebe und das Gehäuse wird zunächst als diskrete Unterbaugruppe konstruiert, und dann wird der Rotoraufbau auf die Welle 102 aufgeschoben und auf dieser festgelegt. Dann wird die sich hieraus ergebende Baugruppe in den Hauptgehäusering 16 eingefügt, so dass der äussere Trägerring 82 des Auslassstatoraufbaus aus dem hinteren Rand des Statorabstandsring 18 angreift und am Hauptgehäusering durch geeignete Festlegemittel 132 (Fig. 1) festgelegt wird.

Die Austrittshaube 14 besteht aus einem einstückigen hohlen Aufbau mit der allgemeinen Form eines regulären Konus. Vorzugsweise besteht sie aus Metall, um eine bessere Wärmeverteilung zu ermöglichen, jedoch kann sie auch teilweise aus Plastik bestehen. Die einstückige Austrittshaube 14 gemäss Figur 3 besteht aus Metall und ist mit einer Umfangsnut 134 am offenen Ende versehen, so dass sie in die Rotorgetriebegehäuseverkleidung 92 einpasst. Die Austrittshaube ist an der Verkleidung 92 mittels Schrauben oder anderen Befestigungsmitteln festgelegt und dient als Schutzabdeckung für den elektrischen Generator 114 und das zugeordnete Getriebe, und als negatives Venturirohr (Diffuser), um eine Expansion der aus der Turbine austretenden Luft zu ermöglichen. Vorzugsweise ist die Austrittshaube geschlitzt, um Kühlschlitze 186 zu bilden, die eine Zirkulation von Kühlluft ermöglichen.

Die Austrittshaube kann erforderlichenfalls mit einem Loch an der unteren Seite versehen sein, um ein flexibles elektrisches Kabel 137 durchführen zu können, welches den elektrischen Generator 114 mit einem Stromverbraucher oder einem Speicher, z.B. einer Bleibatterie verbindet. Vorzugsweise wird das Kabel jedoch aus der Turbine über aufeinander ausgerichtete Löcher im Statorträgerring 84 und der Verkleidung 92, das Innere einer hohlen Statorschaufel 86 und aufeinander ausgerichtete Löcher im Tragring 82 im Hauptgehäusering 16 und einem Mantelabschnitt 144 herausgeführt und dann nach einem Gehäuseteil 150 geführt, wie dies schematisch durch die strichpunktierte Linie 139 in Figur 3 angedeutet ist.

Der Mantel 2 besteht aus wenigstens zwei, aber vorzugsweise mehr als zwei komplementären Abschnitten, die jeweils aus leichtem, starrgeschäumtem Plastikmaterial mit geschlossenem Zellaufbau, beispielsweise aus Polyurethan oder Polyäthylenschaum hergestellt sind. Gemäss dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der Mantel aus 36 identischen Abschnitten 144 aus Polyurethanschaum mit geschlossenen Zellen. Im Querschnitt betrachtet (Fig. 2) ist jeder Abschnitt 144 allgemein keilförmig gestaltet und besitzt keilförmige äussere und innere Oberflächen, die sich jeweils um einen Winkel von $360^\circ/n$ erstrecken, wobei n die Zahl der

Abschnitte bedeutet, und flache seitliche Abschnitte erstrecken sich radial bezüglich der Mittelachse der Turbine. Ausserdem sind, im Längsschnitt betrachtet, die äusseren Oberflächen 146 der Abschnitte 144 geradlinig ausgebildet. Infolgedessen tragen diese Abschnitte sich gegenseitig, wenn sie seitlich aneinander gefügt und durch eine in Umfangsrichtung zusammenhaltende Einrichtung 3, beispielsweise eine Metallhülse am Auseinanderfallen gehindert werden. Die Abschnitte stützen sich dabei aneinander ab, wodurch sich eine zylindrische Aussenform ergibt.

Die Einrichtung 3 kann aus zwei halbzyklindrischen Schalen bestehen, aber vorzugsweise besteht sie aus drei oder mehr Abschnitten gleicher Form. Gemäss dem dargestellten Ausführungsbeispiel (Fig. 2) besteht die Einrichtung aus sechs gleichen Abschnitten 150, die vorzugsweise aus Metall, beispielsweise aus Aluminium, bestehen, aber auch aus Plastikmaterial geeigneter Festigkeit, beispielsweise aus Polypropylen oder einem Epoxyd-Harz hergestellt sein können, das mit Glasfasern oder einem Gewebe verstärkt ist. Die Hülseabschnitte 150 sind im Querschnitt kreisförmig gekrümmt, aber verlaufen in Längsrichtung gerade und ihre Seitenränder sind zurückgebogen, um zurückspringende Lippen 152 zu bilden, die in Schlitze 154 eintreten, die an den äusseren Oberflächen von ausgewählten Verkleidungsabschnitten 144 ausgebildet sind. Sechs überschiebbare Klammern in Gestalt von C-Profilen 156 halten die Hülseabschnitte 150 zusammen, wobei jedes Profil in die Schlitze 154 zweier benachbarter Verkleidungsabschnitte eintreten, wobei die übergerollten Seitenränder 158 gleitbar in Verriegelungseingriff mit den Lippen der beiden Hülseabschnitte stehen, wie dies in Figur 2 dargestellt ist. Die überschiebbaren Klammern bestehen vorzugsweise aus dem gleichen Material wie die Hülseabschnitte und die Klammern und/oder die Hülseabschnitte weisen eine genügende Elastizität auf, damit ein Zusammenbau auf den Mantelabschnitten möglich wird, und diese nicht gegeneinander gehalten werden können, so dass sie einen formstabilen Mantel bilden.

Aus Figur 1 und 3 ist ersichtlich, dass der Mantel 2 um den Gehäusering herum aufgebaut ist, wobei Versteifungsringe 20 in Ausnehmungen 152 eintreten, die in den Mittelabschnitten 162 der inneren Oberflächen der Mantelabschnitte eingeformt sind. Die Ringe 20 und die Ausnehmungen 159 wirken zusammen, um eine Relativbewegung zwischen Mantel und Gehäusering in Axialrichtung zu vermeiden. Der Gehäusering trägt ausserdem die Verkleidung.

Die innere Oberfläche jedes Mantelabschnitts 144 weist einen vorderen, eine Mündung definierenden Teil 160, einen Mittelabschnitt 162 und einen hinteren, den Austritt definierenden Abschnitt 164 auf, wobei die inneren Oberflächen aller drei Teile im Querschnitt ringförmig gekrümmt sind, jedoch in ihrer Form in Längsrichtung betrachtet voneinander abweichen. Wie aus Figur 3 ersichtlich, bildet der Vorderteil 160 einen messerförmigen Rand mit dem vorderen Ende der äusseren Oberfläche 146 und ist nach innen und hinten von diesem messerförmigen Rand nach dem Mittelabschnitt 162 hin gekrümmt, welcher letzterer in Längsrichtung ein geradliniges Profil aufweist. Vorzugsweise vermindert sich der Anstiegswinkel der Kurve, die vom Innenprofil des vorderen Teils 160 gebildet wird, progressiv mit zunehmendem Abstand radial von der äusseren Oberfläche 146. Der rückwärtige Teil 164 der inneren Oberfläche eines jeden Mantelabschnitts bildet einen messerförmigen Rand mit dem hinteren Ende der äusseren Oberfläche 146 und besitzt ein im wesentlichen flaches, in Längsrichtung verlaufendes Profil, das in einem spitzen Winkel nach der äusseren Oberfläche 146 verläuft. Wenn die Abschnitte des Mantels ringförmig, wie aus Figur 1 zusammengebaut werden, dann bilden die Vorderabschnitte 160 mit ihren inneren Oberflächen eine glatte, glockenförmig gestaltete Venturimündung,

und die Mittelabschnitte 162 bilden eine zylindrische Einschnürung und die rückwärtigen Abschnitte 164 bilden einen sich konisch erweiternden Austritt.

Die vorbeschriebene Turbine ist so ausgebildet, dass sie die Luftströmung von der Drehachse des Rotors weg richtet, um das Drehmoment zu erhöhen und um die Geschwindigkeit der Luftströmung durch die Rotorscheaufeln zu vergrössern, wodurch die Drehzahl des Rotors vergrössert wird. Dies wird durch den Mantel 2, durch den Nasenkonus und die Austrittshaube sowie die Stator- und Rotorscheaufeln erreicht. In diesem Zusammenhang muss man sich vergegenwärtigen, dass die den Wind sammelnde Venturimündung, die durch die Vorderenden der Mantelabschnitte 144 gebildet wird, am Vorderrand beträchtlich grösser ist als der Aussenumfang des Rotors, und dass diese Mündung ausserdem stromlinienförmig ausgestaltet ist, so dass der äussere Durchmesser des Luftkanals glatt in die Einlassstatorstufe übergeht. Ausserdem trägt der stromlinienförmige Nasenkonus dazu bei, die einströmende Luft von der Mittelachse der Turbine abzulenken, was zur Folge hat, dass die Querschnittsfläche des Luftkanals nach dem Einlassstator sowohl von innen her als auch von aussen her vermindert wird. Dieses Zusammenziehen des Luftstromes bei seinem Durchlauf durch die Venturimündung in den Einschnürungsabschnitt, die von den inneren und äusseren Ringen 22 und 24 des Einlassstators gebildet werden, wird eine Geschwindigkeitszunahme des Luftstroms erreicht.

Vorzugsweise ist die Turbine derart ausgelegt, dass die Gesamtquerschnittsfläche zum Auffangen des Windes durch den Raum zwischen dem Vorderrand des Mantels 2 und der Spitze des Nasenkonus 12 gebildet wird, wenigstens doppelt so gross ist wie die Querschnittsfläche des Luftkanals durch die Turbine hindurch. Vorzugsweise sind die Durchmesser der Aussenseite des Rotorrandes 48 und der Umfang des Rotors, der nur etwas kleiner ist als der Innendurchmesser des Abstandtringes 18, gleich etwa einem Drittel des maximalen Durchmessers der Venturimündung. Der äussere Durchmesser des Rings 22 des Einlassstators dient als Fortsetzung des stromlinienförmig gestalteten Nasenkonus 12 und ist etwa gleich im Durchmesser wie der Aussendurchmesser des Rotorrandes und der hintere Statorträgerring 84. Die Austrittshaube 14 und das Austrittsende des Mantels sind in gleicher Weise stromlinienförmig ausgestaltet, um einen Ausdehnungsübergang oder einen Ausgang zu bilden, wobei die Querschnittsfläche des Luftkanals am Auslassstator im wesentlichen gleich der Fläche am Einlassstator ist und die Querschnittsfläche des Luftkanals am hinteren Ende des Austritts im wesentlichen gleich ist dem Vorderende der Venturimündung. Infolgedessen wird der die Turbine durchströmende Wind auf eine maximale Geschwindigkeit gebracht, wenn er die Rotorstufe durchläuft, während die Geschwindigkeit infolge der radialen Expansion vermindert wird, wenn der Wind durch die graduell sich erweiternden Abschnitte, die von Mantel und Nasenkonus gebildet werden, hindurchtritt. Der Luftstrom verlässt die Turbine mit im wesentlichen der gleichen Geschwindigkeit, die er beim Eintritt in die Turbine besitzt. Ausserdem suchen die stromlinienförmigen Schaufeln des Einlassstators die ankommende Luftströmung zu begradigen, so dass die in die Rotorstufe eintretende Luft eine im wesentlichen laminare, d.h. wirbelfreie Strömung ist. Der graduelle Übergang bzw. die Expansion der in die Atmosphäre austretenden Luft dient zur Vermeidung von Turbulenzen und vermindert aerodynamische Verluste. Die schraubenlinienförmige Gestalt der Turbinenschaufeln ist so gewählt, dass die Luftgeschwindigkeit durch die Rotorstufe im wesentlichen konstant über die gesamte Länge der Turbinenschaufel ist. Dieses Ergebnis wird dadurch erreicht, dass die Anstellung der Rotorscheaufeln an der Nabe geringer ist als die Anstellung der äusseren Schaufelspitzen, wie dies aus Figur 1 und 5 ersichtlich ist.

Die oben beschriebene Turbine arbeitet wie folgt: Die in die Venturimündung der Turbine eintretende Luft wird konzentriert und einer Geschwindigkeitserhöhung unterworfen, wenn die Luft durch die Mündung nach der Einlassstatorstufe hindurchtritt. Die Luft wird zu einer laminaren oder wenigstens mit nur einer geringen Turbulenz versehenen Strömung umgeformt, wenn sie zwischen den Schaufeln der Einlassstatorstufe in die Rotorstufe eintritt. Die Hochgeschwindigkeitsluft verursacht eine Drehung des Rotors mit einer Drehzahl, die proportional der Luftgeschwindigkeit am Vorderrand der Venturimündung ist. Wenn der Rotor angetrieben wird, dann wirkt die Abtriebswelle 102 über das zugeordnete Getriebe auf einen zugeordneten Generator 114 ein und treibt diesen an, wodurch elektrische Energie erzeugt wird, die über ein Kabel 137 dem Verbraucher zugeführt wird. Wenn die Luft die Ausgangsrotorstufe durchläuft, wird sie begradigt und in den Austrittsabschnitt gerichtet, wo eine graduelle Expansion stattfindet und dann verlässt die Luft die Turbine mit im wesentlichen der gleichen Geschwindigkeit, mit der sie in die Einheit eingetreten ist.

Zum Zwecke einer maximalen Ausnutzung sollte die Turbine so montiert sein, dass sie verschwenkt werden kann, um kontinuierlich auf den Wind hin gerichtet zu sein. Daher ist, wie aus Figur 2 ersichtlich, die Turbine auf eine Plattform 170 montiert, die von einem grossen ringförmigen Lageraufbau 172 getragen wird. Die Turbine ruht zu diesem Zweck auf einem Träger 167, der auf der Oberseite der Plattform befestigt ist und wird durch ein flexibles Band 169 niedergehalten, das die Hülse 3 umgibt und mit seinen Enden lösbar an dem Träger 167 befestigt ist.

Das Lager besteht aus einem ringförmigen äusseren Lauf ring 174, an dem die Plattform 170 durch Schrauben 176 festgelegt ist, und aus einem inneren Laufring 178, der auf einer Platte 180 mittels Schrauben 182 festgelegt ist. Die Platte 180 bildet einen Teil eines geeigneten Trägeraufbaus, der zum Teil bei 184 dargestellt ist, und der beispielsweise aus einem Stahlrahmen oder einem Turm bestehen kann, der am Boden verankert ist oder einen Teil eines Gebäudes bilden kann. Die Plattform 170 wird in horizontaler Richtung abgestützt und dreht sich um eine Vertikalachse relativ zur Platte 180 durch die Drehbewegung der Kugeln 186, die zwischen dem inneren und dem äusseren Laufring angeordnet sind. Vorzugsweise ist die axiale Länge des Mantels 2 so gross, dass dadurch die Turbine in die Windrichtung gedreht wird, und es können zusätzlich Schwanzflossen (nicht dargestellt) an der Aussenseite des Turbinengehäuses angebracht sein, um die Ausrichtung auf die Windrichtung zu unterstützen. Das Abnahmekabel 137 ist vorzugsweise mit einem Speichersystem oder einem Verteilersystem über nicht dargestellte Schleifringe verbunden, wobei die sich drehenden Abschnitte der Schleifringe an der Plattform 170 befestigt und mit dem Kabel 137 verbunden sind, während die festen Teile der Schleifringanordnung an der Platte 180 angeordnet sind und mit einem Speicher oder einem Verteiler über ein weiteres nicht dargestelltes Kabel verbunden sind.

Figur 7 veranschaulicht eine abgewandelte Ausführungsform einer Austrittshaube, die bei der Erfindung Anwendung finden kann. In diesem Fall besteht die Austrittshaube 14A aus einem massiven konischen Endabschnitt 190, der aus leichtem Plastikmaterial besteht, vorzugsweise aus einem geschäumten Plastikmaterial mit geschlossenen Zellen, beispielsweise Polyurethanschaum, wobei ein hohler kegelförmiger Metallabschnitt 192 vorgesehen ist, der einen zylindrischen Abschnitt 194 aufweist, der so bemessen ist, dass er in die zylindrische Verkleidung 92 einpasst. Der Metallabschnitt 192 ist an der Verkleidung 92 durch geeignete Befestigungsmittel, z.B. nicht dargestellte Schrauben befestigt und mit Längsöffnungen versehen, so dass Kühlschlitze 196 gebildet

werden, die eine Luftzirkulation ermöglichen und die Ableitung von Wärme vom elektrischen Generator ermöglichen, der in dem hohlen Metallteil 192 eingebaut ist.

Die Figur 8 veranschaulicht eine weitere Abwandlung der Erfindung. In diesem Fall ist die Austrittshaube 14B aus einem hohlen, sich verjüngenden Plastikkörper 200 hergestellt, der an einem Ende durch einen komplementären Stopfen 202 verschlossen ist.

Der Teil 200 kann aus mehreren Stücken zusammengebaut sein, die wie die Teile 36A des Nasenkonus aneinandergefügt sind. Die äusseren Formen der Abschnitte 200 und 202 bilden eine Austrittshaube allgemein konischer Gestalt. Das grössere Ende des Plastikabschnitts 200 ist mit einer Nut ausgerüstet, in der ein Metallring 204 eingelegt ist. Letzterer nimmt nicht dargestellte Schrauben auf, um den Nasenkonus an der Verkleidung 92 festzulegen. Der Plastikabschnitt 200 ist ausserdem mit einer unteren Seitenöffnung 206 versehen. Der elektrische Generator 114 und die Träger 116 sind bei dieser Ausführungsform weggelassen und stattdessen ist die Welle 102 verlängert, so dass ihr hinteres Ende in die Austrittshaube 14B einsteht. Am hinteren Ende der Welle 102 ist eine Riemenscheibe 208 aufgesetzt, um einen oder mehrere Riemen 210 anzutreiben, die durch die Öffnung 206 hindurchlaufen und mit einer Riemenscheibe 212 gekuppelt sind, die auf einer Abtriebswelle 214 angeordnet ist, die von einem nicht dargestellten Lager getragen wird, das in der Plattform 170 verankert ist und die mit einer Vorrichtung, beispielsweise einer nicht dargestellten Pumpe über ein geeignetes Getriebe verbunden ist, welches z.B. eine Verbindungsstange aufweisen kann, die durch die Achse der Plattform 170 des Lagers 172 und der Platte 180 hindurchsteht.

Figur 9 und 10 veranschaulichen eine weitere Abwandlung der Erfindung. In diesem Fall wird der Mantel 2A so ausgebildet, dass die Aussenform hexagonal statt kreisförmig im Querschnitt ist. Der Mantel 2A besteht aus einer Zahl von Abschnitten 218, vorzugsweise aus 6 Abschnitten wie dargestellt, deren innere Oberflächen in gleicher Weise geformt sind wie die inneren Oberflächen der Abschnitte 144 des Mantels 2. Diese Abschnitte 218 werden durch eine äussere Metallhülse zusammengehalten, die aus 6 flachen Metallblechen 220 besteht, welche unter einem Winkel von etwa 120° gegeneinander abgelenkt sind. Die Längsseitenränder 222 dieser Bleche sind an benachbarten Seitenrändern benachbarter Bleche durch aufgeschobene Klammern miteinander verbunden, wie dies in Figur 2 dargestellt ist.

Der Vorteil der hexagonalen Ausbildung gemäss Figur 9 besteht darin, dass ein Zusammenbau mehrerer solcher Turbinen in einer kompakten Reihenanordnung möglich wird, wobei die einzelnen Turbinen sich gegenseitig abstützen. Eine typische Mehrfachanordnung dieser Art ist in Figur 10 dargestellt, wo 6 hexagonal gestaltete Turbinen von einer Plattform 170 getragen werden. Die beiden unteren Turbinen 224A und 224B sind an der Plattform 170 durch Winkleisen 228 befestigt, die an den äusseren Gehäusen der Turbinen durch geeignete Mittel beispielsweise Schrauben befestigt sind. Die beiden unteren Turbinen 224A und 224B sind im Abstand zueinander angeordnet und jede dieser Turbinen trägt zwei weitere Turbinen 224C und 224D. Die letzteren sind an den Turbinen 224A und 224B durch Winkelplatten 230 festgelegt. Zwischen diesen vier Turbinen ist eine fünfte Turbine 224E angeordnet, die mit zwei ihrer Seitenflächen an benachbarten Seiten der beiden unteren Turbinen 224A und 224B anliegt, während die anderen Seiten an benachbarten Seiten der Turbinen 224C und 224D anliegen. Winkleisen 232 verbinden die Turbine 224E mit den Turbinen 224A und 224B. Auf der Turbine 224E ruht eine sechste Turbine 224F, die mit ihren Seitenflächen den oberen Turbinen 224C und 224D anliegt und an letzteren durch Winkleisen 234 befestigt ist. Jeder dieser

Turbinen kann einen oder mehrere elektrische Generatoren 114 aufweisen, wobei die Ausgangsleitungen der Turbinen über die Plattform 170 nach einem oder mehreren Verbrauchern oder einem Speicher nach aussen geführt werden.

Die Figur 11 veranschaulicht eine abgewandelte Ausführungsform der Lagerung einer Mehrzahl hexagonal gestalteter Turbinen gemäss Figur 9 in einer kompakten Anordnung. In diesem Fall ist ein wabenförmiger Trägeraufbau vorgesehen, der aus mehreren Rahmen 238 besteht, die so verschweisst sind, dass am Ende offene hexagonale Kammern 240 gebildet werden. Die Zahl der Kammern 240 kann je nach der Zahl der zusammenzubauenden Turbinen geändert werden. An jeder Ecke jeder hexagonalen Kammer 240 sind Winkleisen 242 an dem benachbarten Rahmenaufbau 238 befestigt. Die Winkleisen 242 dienen als Führungen für die Turbinen, wie dies allgemein durch das Bezugszeichen 244 gekennzeichnet ist, so dass ein Spiel zwischen den äusseren Gehäuseteilen der Turbinen und den Rahmen 238 erforderlich ist. Es können weitere nicht dargestellte Mittel benutzt werden, um die Turbinen 244 gegen eine Bewegung in Längsrichtung der Kammern 240 zu sichern. Diese Haltemittel können als Schrauben ausgebildet sein, die durch die Rahmen 238 in die äusseren Gehäuseteile der Turbinen vorstehen, oder sie können von kleinen Platten gebildet werden, die am Vorderrand und am Hinterrand des Rahmens 238 befestigt sind und etwas in die Kammern 240 eintreten, so dass sie die Vorderränder und die Hinterränder des Turbinengehäuses überlappen und form-schlüssig festlegen. Die Anwendung eines Wabenträgeraufbaus ermöglicht eine Entnahme der Turbinen zum Zwecke der

Wartung und Reparatur, und es können einfach mehrere Turbinen dicht nebeneinander zusammengebaut werden. Die Ausgangsleitungen der elektrischen Generatoren der einzelnen Turbinen 244 können durch die Räume zwischen den Rahmen 238 und den Aussengehäusen der Turbinen geführt werden. Figur 12 veranschaulicht eine Abwandlung der Erfindung, wobei die Turbinen 248 den Turbinen gemäss Figur 1 und 9 entsprechen, mit der Ausnahme, dass der äussere Umfang der Verkleidung 250 quadratisch ausgebildet ist. Der innere Umfang der Verkleidung 250 der Turbinen ist jedoch kreisförmig und die Vorderabschnitte der inneren Oberflächen der Verkleidungen sind so gekrümmt, wie dies bei der Verkleidung nach Figur 1 dargestellt ist. In diesem Fall sind die beiden Turbinen 248 in einem Rahmen gelagert, der aus mehreren Rahmenteilern 252 besteht, die so miteinander verbunden werden, dass zwei Turbinenausnahmekammern gebildet sind, die jeweils einen quadratischen Querschnitt besitzen. Wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 11 weist die Anordnung nach Figur 12 mehrere L-förmige und T-förmige Winkleisen 254 und 256 auf, die am Rahmen 252 an den Ecken der Kammern befestigt sind. Geeignete nicht dargestellte Mittel können vorgesehen werden, um die Turbinen gegen eine Längsbewegung in den Kammern zu sichern. Der Aufbau nach Figur 12 und auch der Aufbau nach Figur 11 kann auf einer drehbaren Plattform 170 gemäss Figur 2 errichtet werden, so dass die gesamte Batterie von Turbinen in die Windrichtung geschwenkt werden kann.

Die Zahl der Statorschaufeln und der Rotorscheaufeln kann unterschiedlich sein und die Schaufeln können aus verschiedenem Material bestehen. Vorzugsweise bestehen die Schaufeln aus Leichtmetall, z.B. aus Aluminium oder aus einem Plastikmaterial. Vorzugsweise ist die Zahl der Einlassstatorschaufeln genau gleich der Zahl der Rotorscheaufeln, wobei die Schaufeln mit dem gleichen Abstand angeordnet sind, während die Zahl der Auslassstatorschaufeln kleiner ist als die Zahl der Rotorscheaufeln.

Windturbinen der beschriebenen Bauart haben den Vorteil, dass sie leichtgewichtig gestaltbar sind, dass sie keine kostspieligen elektrischen Maschinen erfordern, dass sie auch durch

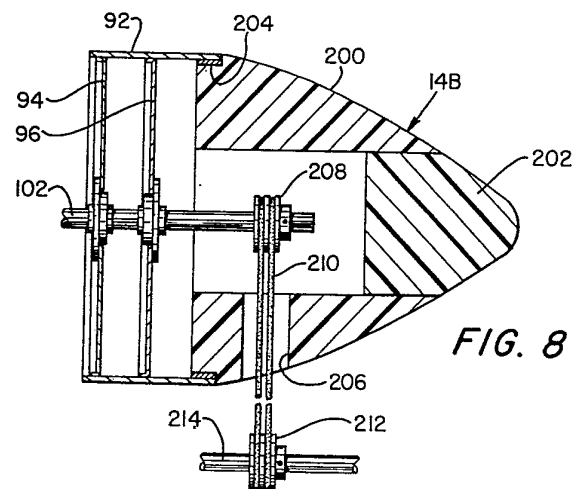
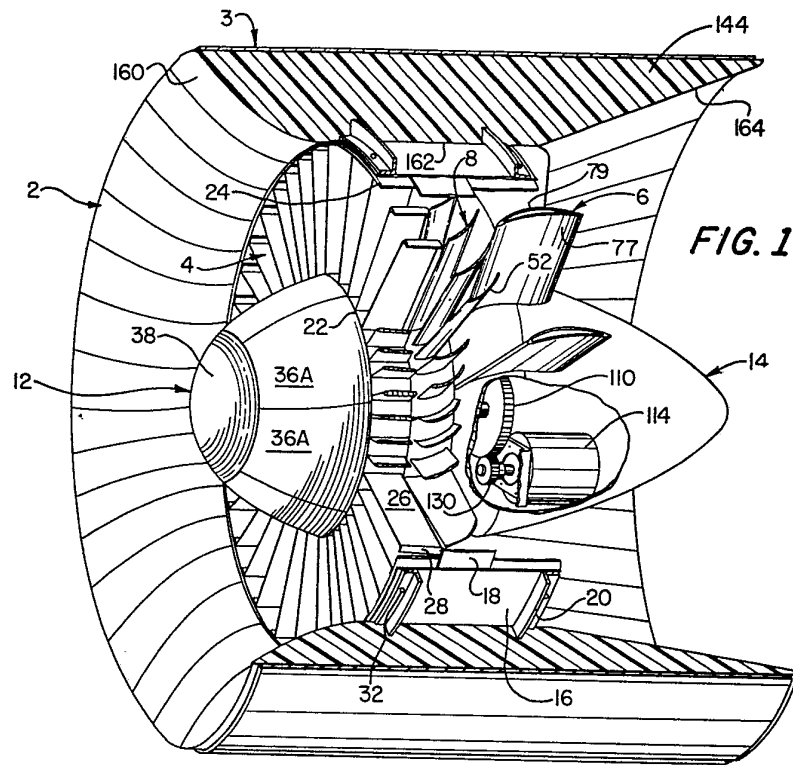
Hilfskräfte zusammengebaut werden können, und keine seltenen oder teuren Werkstoffe benötigen. Am wichtigsten ist jedoch, dass eine gemäss der Erfindung hergestellte Turbine einen wesentlich grösseren Leistungsausgang besitzt als eine herkömmliche Windturbine mit gleichem Rotordurchmesser. Die durch eine Windturbine erzeugte Leistung lässt sich durch die folgende Beziehung ausdrücken:

$$P = f [D^2 V^3 - D_1^2 V^3]$$

Dabei ist P die Leistung, V die Geschwindigkeit des die Rotorscheufeln durchströmenden Windes und D bzw. D_1 sind die Durchmesser des Drehkreises der Spitzen des Rotors bzw. des Durchmessers der Rotornabe. Eine kreisförmige Turbine der Bauart gemäss Figur 1 bis 3 mit einem Mantel, der eine Venturimündung mit einem Durchmesser von 2,4 m am Vorderende festlegt, und einem Rotorumfangsdurchmesser von 1,8 m und einem Rotornabendurchmesser von 0,9 m ergibt sich eine Querschnittsfläche für den Luftkanal von $4,6 \text{ m}^2$ (50 Quadratzoll) am Vorderrand des Mantels und etwa $2,7 \text{ m}^2$ (21 Quadratzoll) am Einlassstator. Wenn dann der Wind mit 16 km/h bläst, ist eine Leistungsabgabe erzielbar, die äquivalent ist der Leistung einer herkömmlichen Windturbine mit einem Rotordurchmesser von etwa 5,4 m. Demgemäss schafft die Erfindung eine Vorrichtung zur Energieerzeugung aus der

strömenden Windenergie, die wirksamer arbeitet und sehr viel kleiner ist als eine herkömmliche Windturbine.

Eine Ausführungsmöglichkeit besteht darin, die aus geschäumtem Plastikmaterial bestehenden Mantelabschnitte 144 mit einem Überzug zu versehen, wie durch die strichlierten Linien 145 angedeutet, um die freiliegenden Oberflächen des Mantels zu verstärken und/oder um diese Oberflächen noch glatter zu gestalten, um eine hohe Luftströmungsgeschwindigkeit vorzusehen. Der Überzug 145 kann beispielsweise aus polymerisiertem Epoxydharz oder Phenolharz hergestellt sein, und er kann relativ dünn gehalten werden, beispielsweise in einer Stärke von 0,13 mm. Oder der Überzug kann in einer Stärke von beispielsweise 5 mm relativ dick gehalten werden. Ebenso können die Überzüge 147 und 149 auf die äusseren Oberflächen von Nasenkonus und der Austrittshaube aufgebracht werden, und sie dienen dort dem gleichen Zweck. Die elektrischen Generatoren können Wechselstromgeneratoren oder Gleichstromgeneratoren sein. Sie können auch innerhalb des Nasenkonus angeordnet sein statt innerhalb der Austrittshaube, wie dies dargestellt ist. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mehr als einen Rotor auf der Welle 102 unterzubringen, wobei die Zahl der Statorstufen in entsprechender Weise vergrössert wird. So könnte beispielsweise die Turbine zwei Rotorstufen aufweisen und eine dritte Statorstufe wird dann zwischen den beiden Rotoren angeordnet. Weitere Abwandlungen ergeben sich für den Fachmann von selbst.



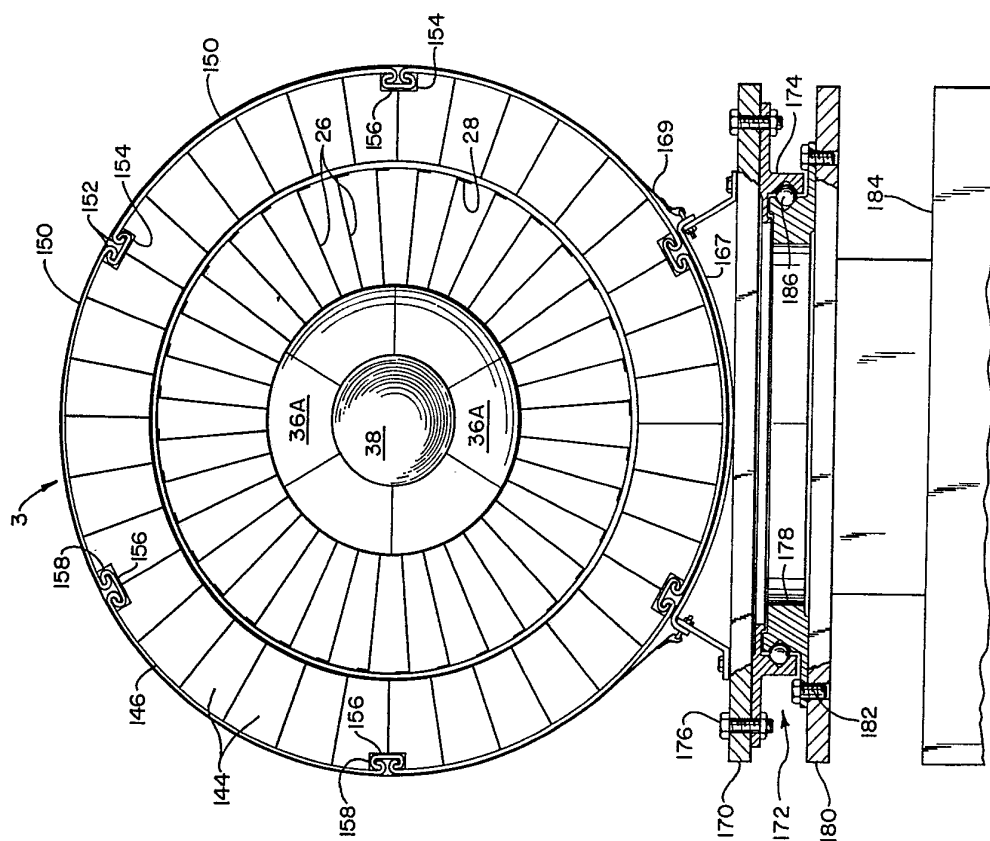


FIG. 2

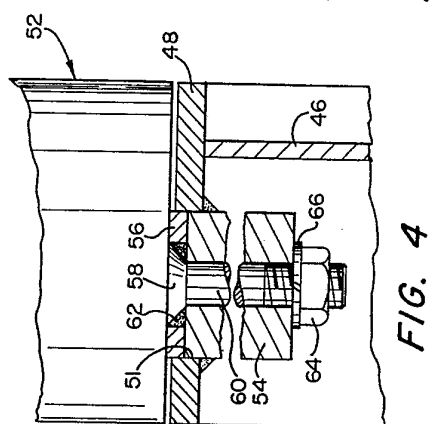


FIG. 4

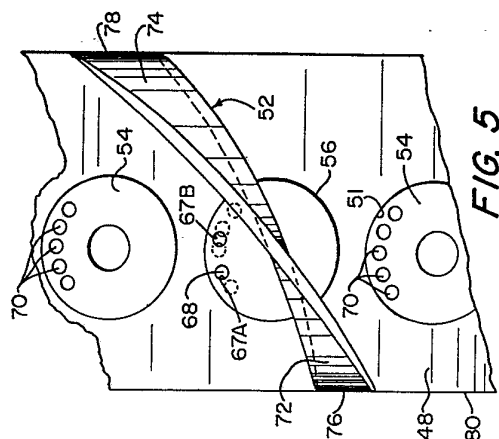


FIG. 5

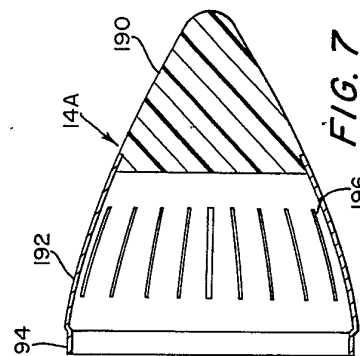


FIG. 7

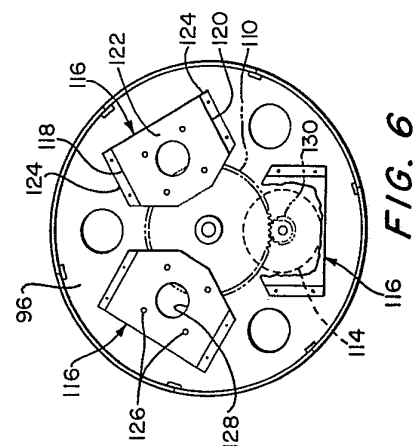


FIG. 6

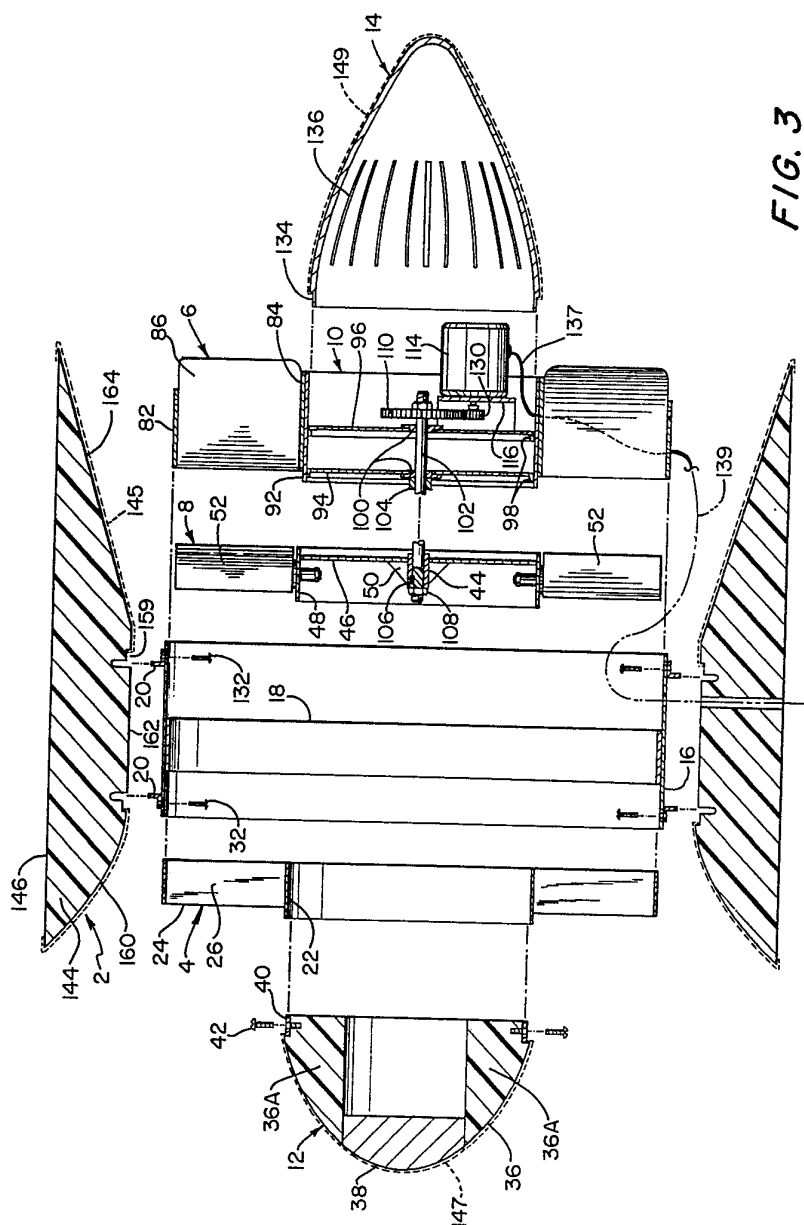


FIG. 3

