



(10) **DE 10 2012 016 202 A1** 2014.02.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 016 202.2**  
(22) Anmeldetag: **16.08.2012**  
(43) Offenlegungstag: **20.02.2014**

(51) Int Cl.: **F03B 3/12 (2006.01)**  
**F03B 3/08 (2006.01)**  
**F03B 5/00 (2006.01)**  
**F03B 7/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Siglbauer, Christian, 83324, Ruhpolding, DE;**  
**Tischner, Johann Michael, 83122, Samerberg, DE**

(74) Vertreter:  
**Keller, Hans Theodor, Dipl.-Chem.Univ. Dr.rer.nat.,**  
**83064, Raubling, DE**

(72) Erfinder:  
**Tischner, Johann Michael, 83122, Samerberg, DE;**  
**Siglbauer, Christian, 83324, Ruhpolding, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

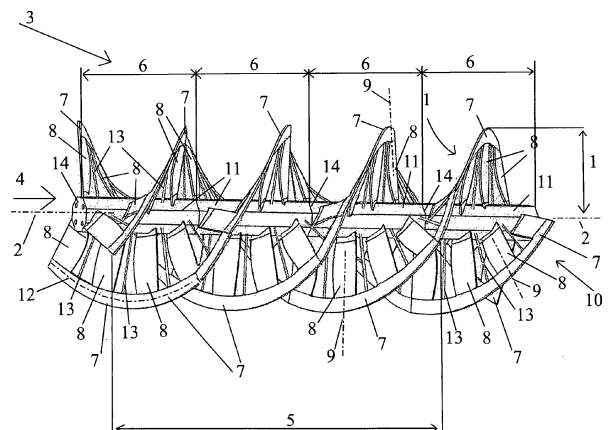
DE	103 29 465	A1
FR	977 987	A
GB	2 444 732	A
US	2008 / 0 315 591	A1
US	2009 / 0 022 597	A1
US	2010 / 0 215 495	A1
US	2011 / 0 081 243	A1
US	1 851 680	A
US	6 053 700	A
US	1 090 956	A
US	2 619 318	A
US	4 483 659	A
WO	01/ 48 374	A2
WO	01/ 86 120	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Kraftmaschine zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden Mediums in Rotationsenergie eines Laufrades**

(57) Zusammenfassung: Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10), wobei jeder 360°-Spiralgang (5) des Laufrades (10) modular aus entlang der Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) hintereinander montierten, zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehreren Modulen (6) gebildet ist, wobei die Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) parallel oder rechtwinklig oder schräg zur Strömungsrichtung des strömenden Mediums (4) ausgerichtet ist, wobei jedes Modul (6) eine oder mehrere Anschlusseinrichtungen (11) zum kraftschlüssigen und/oder formschlüssigen Verbinden einerseits mit dem stromaufwärts benachbarten Modul (6) und andererseits mit dem stromabwärts benachbarten Modul (6) umfasst und jede Anschlusseinrichtung (11) ein oder mehrere Anströmelemente (1) für die Anströmung durch das strömende gasförmige oder flüssige Medium (4) trägt, wobei die Anströmelemente (1) um die Rotationslinie (2) des Laufrades (10) in Form einer kontinuierlichen oder abschnittswise spiralförmigen Helix, einer Doppel-Helix, einer Dreifach-Helix, einer Vierfach-Helix, einer Fünfach-Helix oder einer mehrfachen Helix angeordnet sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kraftmaschine zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden Mediums in Rotationsenergie eines Laufrades, mit den in dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmalen.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist eine Vorrichtung zur Erzeugung von regenerativer und erneuerbarer Energie aus Wasser bekannt, bei welcher Schaufeln entlang einer Antriebswelle zueinander versetzt angeordnet sind, wobei sich diese Schaufeln in vorbeiströmendes Wasser erstrecken und durch dieses strömende Wasser in Drehung versetzbar sind.

**[0003]** Diese aus dem Stand der Technik bekannte Vorrichtung ist in vielerlei Hinsicht nachteilig: Ein wesentlicher Nachteil dieser bekannten Vorrichtung besteht darin, dass die entgegengesetzt zur zentralen Antriebswelle außenliegenden, freien Enden der Schaufeln durch das vorbeiströmende Wasser in dessen Strömungsrichtung oftmals verbogen werden: Durch diese Verbiegung der freien Enden der Schaufeln kommt es in der Regel zu ungewollten Veränderungen der Form der Schaufeln, welche meist zu einer Verschlechterung des hydrodynamischen Wirkungsgrades der dortigen Vorrichtung führen.

**[0004]** Ein weiterer wesentlicher Nachteil der bekannten Vorrichtung ist dort in dem zwingenden Vorhandensein einer Antriebswelle zu sehen: Denn in der Regel ist diese Antriebswelle dort recht lange und sperrig und verkörpert aufgrund ihrer Länge ein ausgeprägtes Transporthindernis.

**[0005]** So verhindert die dortige Antriebswelle aufgrund ihrer Länge den unproblematischen Transport der gesamten bekannten Vorrichtung auf Paletten.

**[0006]** Nachteilig ist die bekannte Vorrichtung darüber hinaus wegen ihres niedrigen Wirkungsgrades – auch aufgrund der für die Erzeugung einer Drehbewegung zur Verfügung stehenden Schaufel-Fläche, welche klein und gering ist.

**[0007]** Insbesondere bei flachen Eintauchtiefen der dortigen Schaufeln und/oder bei geringer Strömungsgeschwindigkeit des Wassers macht sich der geringe Wirkungsgrad besonders nachteilig bemerkbar.

**[0008]** Die bekannte Vorrichtung ist auch deswegen nachteilig, weil ihre Schaufeln und deren Verankerungen an der Antriebswelle – insbesondere beim Aufschlagen der Schaufeln auf dem Wasser während des Drehens der Antriebswelle – extremen Materialbeanspruchungen ausgesetzt sind, welche bereits

nach kurzer Einsatzdauer zu materialermüdungsbedingten Folgeschäden führen können.

**[0009]** Ein weiterer Nachteil der bekannten Vorrichtung ist in deren hohen Herstellungskosten zu sehen: Da dort die Schaufeln in Bezug auf ihren Anstellwinkel verstellbar an der Antriebswelle angebracht sind, ist dort zum Zwecke einer zumindest etwas stabilen und schwenkbaren Anbringung der jeweiligen Schaufel an der Antriebswelle die Anschaffung einer Vielzahl von besonders kostenintensiven 1-Punkt-Schaukel-Montage-Einrichtungen erforderlich.

**[0010]** Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung einer Kraftmaschine zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden Mediums in Rotationsenergie eines Laufrades, welche die Gefahr einer Verbiegung der freien, außenliegenden Enden von Antriebs-Schaukeln durch vorbei strömendes Wasser sicher ausschließt, welche das Problem einer durch Verbiegung der freien Enden der Antriebs-Schaukeln bedingten Wirkungsgradverschlechterung nicht kennt, welche frei von einer sperrigen Antriebswelle aufgebaut ist und daher komplett auf Paletten transportierbar ist, welche über einen sehr hohen Wirkungsgrad – sogar bei geringer Eintauchtiefe und geringer Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Mediums – verfügt, welche die Gefahr einer ausgeprägten Materialbeanspruchung und Materialermüdung von Antriebs-Schaukeln bei dem Aufschlagen auf dem Wasser während des Eintauchens sicher vermeidet und daher über eine besonders lange Lebensdauer verfügt und welche zu besonders niedrigen Kosten herstellbar ist.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Besonders bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0012]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

**[0013]** Fig. 1 eine schematische, ausschnittsweise Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) mit drei spiralförmig verlaufenden Dreifach-Helix-Anströmelementen (1), wobei jedes spiralförmige Anströmelement (1) eine Vielzahl von rechtwinkelig zur Rotationslinie (2) des Laufrades (10) ausgerichteten und spiralförmig um die Rotationslinie (2) angeordneten Profilen (8) umfasst, wobei knapp außerhalb der freien Enden der Profile (8) – pro spiralförmigem Anströmelement (1) – jeweils ein spiralförmiges Randprofil (7) vorgesehen ist und wobei der Aufbau des Laufrades (10) in Form von mehre-

ren, entlang der Rotationslinie (2) hintereinander vorgesehenen Modulen (6) ausgestaltet ist;

**[0014]** Fig. 2 eine schematische, ausschnittsweise Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) mit – der besseren Übersichtlichkeit wegen – lediglich einem einzigen dargestellten, spiralförmigen Anströmelement (1);

**[0015]** Fig. 3 eine schematische perspektivische Ansicht eines Modules (6) eines Laufrades (10) der Kraftmaschine (3) von schräg vorne, welches drei, jeweils um 60° zueinander versetzte und spiralförmig ausgebildete Anströmelemente (1) – Segmente auf einer Anschlusseinrichtung (11) trägt;

**[0016]** Fig. 4 einen schematischen Schnitt durch ein Anströmelement (1) eines Modules (6) eines erfindungsgemäßen Laufrades (10) entlang der in Fig. 3 dargestellten Linie A-A, wobei die Profile (8) um ihre Längsachse (9) jeweils um einen Winkel  $\alpha$  schwenkbar sind;

**[0017]** Fig. 5 einen schematischen Schnitt durch ein Modul (6) des erfindungsgemäßen Laufrades (10) entlang der in Fig. 3 dargestellten Linie B-B, wobei an den beiden Stirnseiten der Anschlusseinrichtung (11) jeweils eine Anschluss-Winkel-Einstell-Einrichtung (14) – zum winkel-vorgebbaren Aneinanderreihen von benachbarten Modulen (6) – vorgesehen ist.

**[0018]** Die vorliegende Erfindung betrifft also eine kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10).

**[0019]** Bei dem strömenden Medium (4) kann es sich beispielsweise um Wasser eines Gerinnes, Baches, Flusses oder Stromes oder um Luft oder Wind handeln.

**[0020]** Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung die Ausgestaltung eines Laufrades (10) für eine kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden gasförmigen oder flüssigen Mediums (4) in Rotationsenergie dieses Laufrades (10).

**[0021]** Das Laufrad (10) kann unmittelbar oder mittelbar beispielsweise über ein oder mehrere Getriebe, Übersetzungen, Untersetzungen oder über Einrichtungen zur Übertragung der Rotationsenergie des Laufrades (10) mit einem oder mit mehreren Generatoren zur Erzeugung von elektrischem Strom in Verbindung stehen.

**[0022]** Ein wesentliches Merkmal von besonders bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) besteht darin, dass jeder 360°-Spiralgang (5) des Laufrades (10) modularartig aus entlang der Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) hintereinander montierten, beispielsweise zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehreren Modulen (6) gebildet sein kann.

**[0023]** Die Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) kann beispielsweise parallel oder rechtwinklig oder schräg zur Strömungsrichtung des strömenden gasförmigen oder flüssigen Mediums (4) ausgerichtet sein.

**[0024]** In der Regel kann jedes Modul (6) eine oder mehrere Anschlusseinrichtungen (11) zum kraftschlüssigen und/oder formschlüssigen Verbinden einerseits mit dem stromaufwärts benachbarten Modul (6) und andererseits mit dem stromabwärts benachbarten Modul (6) umfassen.

**[0025]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) ist die Anschlusseinrichtung (11) jedes Modules (6) einstückig und übergangslos mit den Profilen (8) des Anströmelementes (1) und gegebenenfalls mit den Streben (13) zwischen den Profilen (8) des Anströmelementes (1) ausgebildet.

**[0026]** Aufgrund der Beschränktheit des zur Erstellung der beiliegenden Fig. 1 bis Fig. 5 verwendeten Zeichenprogrammes konnte diese einstückige und übergangslose Ausgestaltung der Verbindungen zwischen den Anschlusseinrichtungen (11) einerseits und den Profilen (8) und den Streben (13) andererseits nicht dargestellt werden.

**[0027]** Im Allgemeinen kann jede Anschlusseinrichtung (11) ein oder mehrere Anströmelemente (1) für die Anströmung durch das strömende gasförmige oder flüssige Medium (4) tragen.

**[0028]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) können die Anströmelemente (1) um die Rotationslinie (2) des Laufrades (10) in Form einer kontinuierlichen oder abschnittswise spiralförmigen Helix, einer Doppel-Helix, einer Dreifach-Helix, einer Vierfach-Helix, einer Fünfach-Helix oder einer mehrfachen Helix angeordnet sein.

**[0029]** In der Regel kann im Falle der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) zur

Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) jedes spiralförmige Anströmelement (1) ein, zwei, drei, vier oder mehrere Profile (8) für die Anströmung durch das strömende gasförmige oder flüssige Medium (4) umfassen.

**[0030]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) kann in dem zu den freien, nach außen weisenden Enden der Profile (8) mittelbar oder unmittelbar benachbarten Bereich ein spiralförmiges Randprofil (8) vorsehbar sein (siehe insbesondere Fig. 1 bis Fig. 3 und Fig. 5).

**[0031]** Insbesondere aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass sich die Länge (15) der Profile (8) des Anströmelementes (1) über den gesamten Abstand (16) zwischen der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) einerseits und dem innenliegenden Rand des spiralförmigen Randprofils (7) andererseits – oder über einen Teil dieses Abstandes (16) – erstrecken kann.

**[0032]** Aus Fig. 4 geht hervor, dass die Querschnittsfläche jedes Profils (8) beispielsweise der Form eines tragenden Tragflächen-Profiles entsprechen kann.

**[0033]** Alternativ hierzu kann die Querschnittsfläche jedes Profils (8) beispielsweise rechteckig oder oval oder tropfenförmig sein oder einem vollsymmetrischen Tragflächen-Profil entsprechen.

**[0034]** In besonders kostengünstig herzustellenden Ausführungsformen der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) kann jedes Profil (8) – um die rechtwinklig zur Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) ausgerichtete Längsachse (9) des Profils (8) – feststehend an der Anschlusseinrichtung (11) mittelbar oder unmittelbar anbringbar sein.

**[0035]** Alternativ hierzu kann jedes Profil (8) – um die rechtwinklig zur Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) ausgerichtete Längsachse (9) des Profils (8) – in einem Winkel  $\alpha$  schwenkbar sein.

**[0036]** Dieser Schwenkwinkel  $\alpha$  kann beispielsweise in dem Bereich von  $\pm 0^\circ$  bis  $180^\circ$  liegen, wobei der Schwenkwinkel  $\alpha$  zwischen einer durch das spiralförmig um die Rotationslinie (2) angeordnete Profil (8) eines spiralförmigen Anströmelementes (1) gedachten Linie A-A einerseits und einer in stromabwärtige Richtung weisenden Verlängerung der Längsachse der Querschnittsfläche der Profile (8) andererseits eingeschlossen ist.

**[0037]** Wie den Fig. 1 bis Fig. 4 zu entnehmen ist, können die Profile (8) um die Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) in Form einer kontinuierlichen oder

abschnittswisen spiralförmigen Helix oder Mehrfach-Helix angeordnet sein.

**[0038]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) können die in Richtung der zentralen Rotationslinie (2) weisenden Enden der Profile (8) – vorzugsweise in einstückiger und übergangsloser beziehungsweise stufenloser Ausgestaltung – eine oder mehrere Modul-Anschlusseinrichtungen (11) tragen oder hiermit mittelbar oder unmittelbar in Verbindung stehen.

**[0039]** In bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) können die freien, außenliegenden und entgegengesetzt zur Richtung der zentralen Rotationslinie (2) weisenden Bereiche der einfach oder mehrfach helixförmig um die Rotationslinie (2) des Laufrades (10) angeordneten Profile (8) ein spiralförmiges Randprofil (7) mittelbar oder unmittelbar tragen.

**[0040]** In der Regel kann die Anzahl der spiralförmigen Randprofile (7) der Anzahl der vorhandenen Helices von Profilen (8) entsprechen.

**[0041]** Vorzugsweise können die freien Enden der Profile (8) einer bestimmten Profile-Helix exakt einem zu der jeweiligen Profile-Helix gehörenden und mit der jeweiligen Profile-Helix gleich verlaufenden, spiralförmigen Randprofil (7) zuordenbar sein.

**[0042]** Im Allgemeinen können die nach außen weisenden, freien Enden der Profile (8) und/oder von zwischen den Profilen (8) vorgesehenen Streben (13) – deren Breiten (17) sich über den gesamten Abstand zwischen zwei benachbarten Profilen (8) oder über einen Teil dieses Abstandes erstrecken – mittelbar oder unmittelbar mit dem segmentartig aufgebauten, spiralförmigen Randprofil (7) feststehend oder schwenkbar in Verbindung stehen.

**[0043]** In bevorzugten Ausführungsformen der kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) können die Flächen von Querschnitten durch das spiralförmige Randprofil (7) und/oder durch die Streben (13) zwischen den Randprofilen (8) abhängig oder unabhängig voneinander rechteckig, plattenförmig, oval, rund, tropfenförmig, der Form eines vollsymmetrischen Tragflächenprofils oder der Form eines tragenden Tragflächenprofils entsprechend ausgebildet sein.

**[0044]** Das spiralförmige Randprofil (7) kann beispielsweise um seine durch den geometrischen

Schwerpunkt der Querschnittsfläche des spiralförmigen Randprofils (7) verlaufende und dem helixförmigen Verlauf des jeweiligen spiralförmigen Randprofils (7) folgende spiralförmige Achse (12) feststehend mit den freien Enden der helixförmig um die Rotationslinie (2) des Laufrades (10) angeordneten Profile (8) mittelbar oder unmittelbar in Verbindung stehen.

**[0045]** Wie insbesondere aus **Fig. 5** hervorgeht, kann das spiralförmige Randprofil (7) um seine durch den zentralen, geometrischen Schwerpunkt der Querschnittsfläche des spiralförmigen Randprofils (7) oder hierzu exzentrisch verlaufende und dem helixförmigen Verlauf des jeweiligen spiralförmigen Randprofils (7) folgende spiralförmige Achse (12) um einen Winkel  $\beta$  schwenkbar sein, der im Bereich von  $\pm 0^\circ$  bis  $180^\circ$  liegt.

**[0046]** Dieser Schwenkwinkel  $\beta$  bezieht sich in der Regel auf den zwischen einer nach außen gedachten Verlängerung der Längsachse (9) eines Profils (8) einerseits und den nach außen weisenden Abschnitt der zentralen oder exzentrischen Längsachse der Querschnittsfläche des spiralförmigen Randprofils (7) andererseits eingeschlossenen Winkel  $\beta$ .

**[0047]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen der kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) können die Profile (8) der Anströmelemente (1) bei Schwenkwinkeln  $\alpha$  von  $0^\circ$  um ihre Längsachsen (9) derart ausrichtbar sein, dass die helixförmige Oberfläche des jeweiligen Anströmelementes (1) – zumindest in Bereichen der Profile (8) und der gegebenenfalls vorhandenen Streben (13) – in der Form eines durchgängigen, geschlossenen Bandes ausgebildet ist.

**[0048]** Dabei bezieht sich der Schwenkwinkel  $\alpha$  auf den zwischen einer durch das spiralförmig um die Rotationslinie (2) angeordnete Profil (8) eines spiralförmigen Anströmelementes (1) gedachten Linie A-A einerseits und einer in stromabwärtige Richtung weisenden Verlängerung der Längsachse der Querschnittsfläche der Profile (8) andererseits eingeschlossenen Winkel  $\alpha$  (siehe insbesondere **Fig. 4**).

**[0049]** Insbesondere aus **Fig. 4** ist ersichtlich, dass die Profile (8) der Anströmelemente (1) bei Schwenkwinkeln  $\alpha$  von  $90^\circ$  um ihre Längsachsen (9) derart ausrichtbar sind, dass die helixförmige Oberfläche des jeweiligen Anströmelementes (1) – zumindest in den Bereichen der Profile (8) – offen oder durchbrochen ist, um die dem strömenden Medium (4) angebotene Angriffsfläche zu reduzieren.

**[0050]** In der Regel können die stromaufwärtigen und die stromabwärtigen Stirnseiten der Anschluss-

einrichtungen (11) der Module (6) – zum Verbinden eines Modules (6) mit dem hierzu stromaufwärts benachbarten und mit dem hierzu stromabwärts benachbarten Modul (6) – jeweils eine oder mehrere Anschluss-Winkel-Einstelleinrichtungen (14) tragen.

**[0051]** Diese Anschluss-Winkel-Einstelleinrichtungen (14) können die Stirnseiten von benachbarten Anschlusseinrichtungen (11) – unter Einhaltung von vorgegebenen Winkelbereichen beispielsweise von  $1^\circ$  oder  $10^\circ$  oder  $20^\circ$  oder  $30^\circ$  oder  $45^\circ$  oder  $90^\circ$  oder  $180^\circ$  oder  $270^\circ$  – miteinander verbinden.

**[0052]** **Fig. 3** zeigt, dass jedes helixförmige, segmentförmige Anströmelement (1) auf der zentralen Anschlusseinrichtung (11) des zugehörigen Modules (6) einen Helix-Winkel  $\gamma$  überstreichen kann, der beispielsweise im Bereich von  $1^\circ$  bis  $180^\circ$  liegt.

**[0053]** Vorzugsweise können die Anschlusseinrichtungen (11) benachbarter Module (6) unmittelbar aneinander anstoßend und durchlaufend oder voneinander beabstandet montierbar sein.

**[0054]** Insbesondere können die zu einem  $360^\circ$ -Spiralgang (5) gehörenden Module (6) unmittelbar aneinander anstoßend und durchlaufend oder voneinander beabstandet montierbar sein.

**[0055]** Auch die zu einem  $360^\circ$ -Spiralgang (5) gehörenden modulartigen Segmente des spiralförmigen Randprofils (7) können unmittelbar aneinander anstoßend und durchlaufend oder voneinander beabstandet montierbar sein.

**[0056]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen der kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) können die Anschlusseinrichtungen (11) benachbarter Module (6) entlang der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) in Reihe hintereinander sowie mit oder ohne Unterbrechung beispielsweise mittels einer oder mehrerer Steck-, Einrast-, Klemm-, Bolzen-, Pass-, Zahn-, Spann-, Zentrierungs-, Klebe-, Schweiß-, Löt-, Niet-, Verspannungs-, Press- oder Vakuum-Verbindungen achsenlos und wellenlos montierbar sein.

**[0057]** In der Regel können die Verschwenkung der Profile (8) um ihre Längsachsen (9) in dem Schwenkwinkel-Bereich  $\alpha$  und gegebenenfalls die Verschwenkung der Segmente des spiralförmigen Randprofils (7) um seine spiralförmige Achse (12) in dem Schwenkwinkel-Bereich  $\beta$  mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch oder mittels einer oder mehrerer Zahn- oder Gewindestangen oder mittels eines oder mehrerer Seilzüge unabhängig oder abhängig voneinander erfolgen.

**[0058]** In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) können das spiralförmige Randprofil (7) einerseits und die außenliegenden, freien Enden der Profile (8) des Anströmelementes (1) andererseits zumindest etwas gegeneinander entlang der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) reversibel verschiebbar sein.

**[0059]** In diesem Falle kann die der Rotationslinie (2) zugewendete Innenseite des spiralförmigen Randprofils (7) pro Profil (8) ein oder mehrere kulissenartige Führungen aufweisen.

**[0060]** In diese kulissenartigen Führungen des verschiebbaren, spiralförmigen Randprofils (7) können ein oder mehrere Führungsstifte des jeweiligen Profils (8) eingreifen.

**[0061]** Bei einer Verschiebung des spiralförmigen Randprofils (7) gegenüber den Profilen (8) entlang der Rotationslinie (2) ergibt sich dann eine Veränderung der Anstellwinkel  $\alpha$  der Profile (8) gegenüber der Strömungsrichtung des strömenden gasförmigen oder flüssigen Mediums (4).

**[0062]** Das Laufrad (10) der kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) kann außenseitig von einem Strömungs-Rohr umfasst sein.

**[0063]** In der Regel kann die Innenwand des Strömungs-Rohres spiralförmige Züge und Felder aufweisen, um dem in dem Strömungs-Rohr fließenden Medium (4) einen Drall in Drehrichtung des Laufrades (10) zu verleihen.

**[0064]** Darüber hinaus können die Innenwandung dieses Strömungsrohres – ebenso wie die Oberflächen der Profile (8), der Streben (9) und der Anschlusseinrichtung (11) – kleine Erhebungen und/oder Vertiefungen zur Verminderung des Strömungswiderstandes aufweisen.

**[0065]** Der Füllstand des strömenden Mediums (4) in dem Strömungs-Rohr kann beispielsweise in dem Bereich von 1/8 bis 4/4 des Durchmessers des Strömungs-Rohres liegen.

**[0066]** Zusammenfassend ist festzustellen, dass im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Kraftmaschine (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) bereitgestellt wird.

**[0067]** Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) besteht darin, dass die Profile (8) der Anströmelemente (1) sowohl in den zu den Anschlussreinrichtungen (11) nach innen weisenden Endbereichen als auch in deren nach außen weisenden, freien Endbereichen eine Abstützung erfahren.

**[0068]** Diese Zwei-Punkt-Abstützung der Profile (8) schließt im Falle der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) sicher die Gefahr der aus dem Stand der Technik gefürchteten Verbiegung der freien, nach außen weisenden Enden der Profile (8) – beziehungsweise von an deren Stellen vorgesehenen Antriebs-Schaufeln – durch das strömende Medium (4) aus.

**[0069]** Darüber hinaus führt diese Zwei-Punkt-Abstützung der Profile (8) zu dem Vorteil, dass eine Veränderung der Form der Profile (8) durch das strömende Medium (4) – und eine damit einhergehende Verschlechterung des hydrodynamischen Wirkungsgrades der erfindungsgemäßen kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) – sicher vermieden wird.

**[0070]** Von besonderem Vorteil ist im Falle der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) ferner, dass sie auf den Einsatz einer – im Stand der Technik üblichen – sperrigen Antriebswelle verzichtet:

Der erfindungsgemäße Ersatz einer sperrigen Antriebswelle durch eine Vielzahl von entlang der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) hintereinander in Reihe vorgesehenen, modulartigen Anschlusseinrichtungen (11) der Module (6) führt zu dem Vorteil, dass die gesamte erfindungsgemäße Kraftmaschine (3) – einschließlich eines beliebig langen Laufrades (10) – problemlos und kostengünstig auf Paletten transportiert werden kann.

**[0071]** Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) ergibt sich aus deren sehr hohem Wirkungsgrad:

Dieser hohe Wirkungsgrad resultiert insbesondere aus der Tatsache, dass zwischen den Profilen (8) gegebenenfalls zusätzliche Angriffsfläche bietende, strebenartige Bereiche (13) und außenseitig von den Profilen (8) spiralförmige Rand-Profile (7) des Anströmelementes (1) vorsehbar sind.

**[0072]** Auch bei geringer Eintauchtiefe des Laufrades (10) der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) und/oder bei geringer Strömungsgeschwindigkeit des strömenden Mediums (4) erzielt die erfindungsgemäße Kraftmaschine (3) folglich einen hervorragenden Wirkungsgrad.

**[0073]** Ein besonderer weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) besteht darin, dass die Anströmelemente (1) bei dem Eintauchen in das strömende Medium (4) nicht – wie bei den Maschinen des Standes der Technik gefürchtet – schlagartige Materialbeanspruchungen erfahren, sondern harmonisch und kontinuierlich und ohne jegliche Spitzenbelastung in das strömende Medium (4) einschneidend eintauchen.

**[0074]** Die Vermeidung von schlagartigen Materialbeanspruchungen beim Eintauchen in das strömende Medium (4) führt zu einer besonders langen Le-

bensdauer der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3).

**[0075]** Die erfindungsgemäße Kraftmaschine (3) ist darüber hinaus aufgrund ihrer besonders niedrig liegenden Herstellungskosten vorteilhaft:

Aufgrund der Zwei-Punkt-Abstützung der Profile (8) können im Falle der erfindungsgemäßen Kraftmaschine (3) deutlich kostengünstigere Montageelemente für die Profile (8) an den Anschlusseinrichtungen (11) einerseits und an den spiralförmigen Rand-Profilen (7) andererseits – im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Ein-Punkt-Abstützungselementen für Antriebs-Schaufeln – zum Einsatz kommen.

#### Bezugszeichenliste

- |          |   |
|----------|---|
| 1        | Anströmelement (Profil 8 + spiralförmiges Rand-Profil 7)  |
| 2        | Rotationslinie des Laufrades 10   |
| 3        | kraftmaschinenartige Vorrichtung zur Umwandlung kinetischer Energie in Rotationsenergie   |
| 4        | strömendes Medium; flüssig oder gasförmig   |
| 5        | 360°-Spiralgang des Anströmelementes 1  |
| 6        | Modul   |
| 7        | spiralförmiges Rand-Profil des Anströmelementes 1   |
| 8        | Profil des Anströmelementes 1   |
| 9        | Längsachse des Profiles 8   |
| 10       | Laufrad der Kraftmaschine 3; mehrere Module 6 umfassend   |
| 11       | Anschlusseinrichtung eines Modules 6 zum Verbinden mit stromaufwärts und stromabwärts benachbarten Modulen 6                            |
| 12       | spiralförmige Achse des spiralförmigen Randprofils 7  |
| 13       | Streben zwischen den Profilen 8 der Anströmelemente 1   |
| 14       | Anschluss-Winkel-Einstell-Einrichtungen an Stirnseiten der Anschlusseinrichtungen 11 der Module 6                                       |
| 15       | Länge des Profiles 8 des Anströmelementes 1   |
| 16       | Abstand zwischen Rotationslinie 2 des Laufrades 10 einerseits und dem innenliegenden Rand des spiralförmigen Randprofils 7 andererseits |
| 17       | Breite der Streben 13   |
| $\alpha$ | Schwenk-Winkel von Profil 8 um seine Längsachse 9   |
| $\beta$  | Schwenk-Winkel von spiralförmigen Randprofil 7 um seine Achse 12  |
| $\gamma$ | Helix-Winkel, den Anströmelement 1 auf Anschlusseinrichtung 11 überstreicht   |

#### Patentansprüche

1. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10), **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder 360°-Spiralgang (5) des Laufrades (10) modular aus entlang der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) hintereinander montierten, zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehreren Modulen (6) gebildet ist, wobei die Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) parallel oder rechtwinklig oder schräg zur Strömungsrichtung des strömenden Mediums (4) ausgerichtet ist, wobei jedes Modul (6) eine oder mehrere Anschlusseinrichtungen (11) zum kraftschlüssigen und/oder formschlüssigen Verbinden einerseits mit dem stromaufwärts benachbarten Modul (6) und andererseits mit dem stromabwärts benachbarten Modul (6) umfasst und jede Anschlusseinrichtung (11) ein oder mehrere Anströmelemente (1) für die Anströmung durch das strömende gasförmige oder flüssige Medium (4) trägt, wobei die Anströmelemente (1) um die Rotationslinie (2) des Laufrades (10) in Form einer kontinuierlichen oder abschnittswisen spiralförmigen Helix, einer Doppel-Helix, einer Dreifach-Helix, einer Vierfach-Helix, einer Fünfach-Helix oder einer mehrfachen Helix angeordnet sind.

2. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes spiralförmige Anströmelement (1) ein, zwei, drei, vier oder mehrere Profile (8) für die Anströmung durch das strömende gasförmige oder flüssige Medium (4) umfasst, wobei in dem zu den freien, nach außen weisenden Enden der Profile (8) mittelbar oder unmittelbar benachbarten Bereich ein spiralförmiges Randprofil (8) vorsehbar ist, wobei sich die Länge (15) der Profile (8) des Anströmelementes (1) über den gesamten Abstand (16) zwischen der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) einerseits und dem innenliegenden Rand des spiralförmigen Randprofils (7) andererseits – oder über einen Teil dieses Abstandes (16) – erstrecken, wobei die Querschnittsfläche jedes Profils (8) rechteckig oder oval oder tropfenförmig ist oder einem vollsymmetrischen oder tragenden Tragflächen-Profil entspricht, wobei jedes Profil (8) um die rechtwinklig zur Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) ausgerichtete Längsachse (9) des Profils (8) feststehend oder in einem Winkel  $\alpha$  schwenkbar ist, welcher in dem Bereich von  $\pm 0^\circ$  bis  $180^\circ$  – bezogen auf den zwischen einer durch das spiralförmig um die Rotationslinie (2) angeordnete Profil (8) eines spiralförmigen Anströmelementes (1) gedachten Linie A-A einerseits und einer in stromabwärtige Richtung weisenden Verlängerung der Längsachse der Querschnittsfläche der Profile (8) andererseits einge-

schlossenen Winkel  $\alpha$  – liegt, wobei die Profile (8) um die Rotations-Linie (2) des Laufrades (10) in Form einer kontinuierlichen oder abschnittswisen spiralförmigen Helix oder Mehrfach-Helix angeordnet sind und wobei die in Richtung der zentralen Rotationslinie (2) weisenden Enden der Profile (8) eine oder mehrere Modul-Anschlusseinrichtungen (11) tragen oder hiermit mittelbar oder unmittelbar in Verbindung stehen.

3. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die freien, außenliegenden und entgegengesetzt zur Richtung der zentralen Rotationslinie (2) weisenden Bereiche der einfach oder mehrfach helixförmig um die Rotationslinie (2) des Laufrades (10) angeordneten Profile (8) ein spiralförmiges Randprofil (7) mittelbar oder unmittelbar tragen, wobei die Anzahl der spiralförmigen Randprofile (7) der Anzahl der vorhandenen Helices von Profilen (8) entspricht und die freien Enden der Profile (8) einer bestimmten Profile-Helix exakt einem zu der jeweiligen Profile-Helix gehörenden und mit der jeweiligen Profile-Helix gleich verlaufenden, spiralförmigen Randprofil (7) zugeordnet sind und wobei die nach außen weisenden, freien Enden der Profile (8) und/oder von zwischen den Profilen (8) vorgesehenen Streben (13) – deren Breite (17) sich über den gesamten Abstand zwischen zwei benachbarten Profilen (8) oder über einen Teil dieses Abstandes erstreckt – mittelbar oder unmittelbar mit dem segmentartige aufgebauten, spiralförmigen Randprofil (7) feststehend oder schwenkbar in Verbindung stehen.

4. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flächen von Querschnitten durch das spiralförmige Randprofil (7) und/oder durch die Streben (13) zwischen den Randprofilen (8) abhängig oder unabhängig voneinander rechteckig, plattenförmig, oval, rund, tropfenförmig, der Form eines vollsymmetrischen Tragflächenprofils oder der Form eines tragenden Tragflächenprofils entsprechend ausgebildet sind.

5. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das spiralförmige Randprofil (7) um seine durch den geometrischen Schwerpunkt der Querschnittsfläche des spiralförmigen Randprofils (7) verlaufende und dem helix-förmigen Verlauf des jeweiligen spi-

ralförmigen Randprofils (7) folgende spiralförmige Achse (12) feststehend mit den freien Enden der helixförmig um die Rotationslinie (2) des Laufrades (10) angeordneten Profile (8) mittelbar oder unmittelbar in Verbindung steht.

6. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das spiralförmige Randprofil (7) um seine durch den geometrischen Schwerpunkt der Querschnittsfläche des spiralförmigen Randprofils (7) verlaufende und dem helix-förmigen Verlauf des jeweiligen spiralförmigen Randprofils (7) folgende spiralförmige Achse (12) um einen Winkel  $\beta$  schwenkbar ist, der im Bereich von  $\pm 0^\circ$  bis  $180^\circ$  liegt, bezogen auf den zwischen einer nach außen gedachten Verlängerung der Längsachse (9) eines Profils (8) einerseits und den nach außen weisenden Abschnitt der Längsachse der Querschnittsfläche des spiralförmigen Randprofils (7) andererseits eingeschlossenen Winkel  $\beta$ .

7. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Profile (8) der Anströmelemente (1) bei Schwenkwinkeln  $\alpha$  – von  $0^\circ$  um ihre Längsachse (9) – bezogen auf den zwischen einer durch die spiralförmig um die Rotationslinie (2) angeordneten Profile (8) eines spiralförmigen Anströmelementes (1) gedachten Linie A-A einerseits und einer in stromabwärtige Richtung weisenden Verlängerung der Längsachse der Querschnittsfläche der Profile (8) andererseits eingeschlossenen Winkel  $\alpha$  – von  $0^\circ$  um ihre Längsachsen (9) derart ausgerichtet sind, dass die helixförmige Oberfläche des jeweiligen Anströmelementes (1) – zumindest in den Bereichen der Profile (8) und der zwischen den Profilen (8) befindlichen Streben (13) – in der Form eines durchgängigen Bandes geschlossen ist und dass die Profile (8) der Anströmelemente (1) bei Schwenkwinkeln  $\alpha 90^\circ$  um ihre Längsachsen (9) derart ausrichtbar sind, dass die helixförmige Oberfläche des jeweiligen Anströmelementes (1) – zumindest in den Bereichen der Profile (8) – offen oder durchbrochen ist, um die dem strömenden Medium (4) angebotene Angriffsfläche zu reduzieren.

8. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die stromaufwärtigen und die stromabwärtigen Stirnseiten der Anschlusseinrichtungen (11) der Module (6) – zum Verbinden eines Modules (6) mit dem hierzu stromaufwärts benachbarten und mit dem hier-



zu stromabwärts benachbarten Modul (6) – jeweils eine oder mehrere Anschluss-Winkel-Einstelleinrichtungen (14) tragen.

9. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes helixförmige, segmentförmige Anströmelement (1) auf der zentralen Anschlusseinrichtung (11) des zugehörigen Moduls (6) einen Helix-Winkel  $\gamma$  überstreicht, der im Bereich von  $1^\circ$  bis  $180^\circ$  liegt.

10. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anschlusseinrichtungen (11) benachbarter Module (6) unmittelbar aneinander anstoßend und durchlaufend oder voneinander beabstandet montierbar sind und dass die zu einem  $360^\circ$ -Spiralgang (5) gehörenden Module (6) unmittelbar aneinander anstoßend und durchlaufend oder voneinander beabstandet montierbar sind und dass die zu einem  $360^\circ$ -Spiralgang (5) gehörenden modulartigen Segmente des spiralförmigen Randprofils (7) unmittelbar aneinander anstoßend und durchlaufend oder voneinander beabstandet montierbar sind.

11. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anschlusseinrichtungen (11) benachbarter Module (6) entlang der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) in Reihe hintereinander sowie mit oder ohne Unterbrechung mittels einer oder mehrerer Steck-, Einrast-, Klemm-, Bolzen-, Pass-, Zahn-, Spann-, Zentrierungs-, Klebe-, Schweiß-, Lot-, Niet-, Verspannungs-, Press- oder Vakuum-Verbindungen achsenlos und wellenlos montierbar sind.

12. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verschwenkung der Profile (8) um ihre Längsachsen (9) in dem Schwenkwinkel-Bereich  $\alpha$  und die Verschwenkung der Segmente des spiralförmigen Randprofils (7) um seine spiralförmige Achse (12) in dem Schwenkwinkel-Bereich  $\beta$  mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch oder mittels einer oder mehrerer Zahn- oder Gewindestangen oder mittels eines oder mehrerer Seilzüge unabhängig oder abhängig voneinander erfolgen.

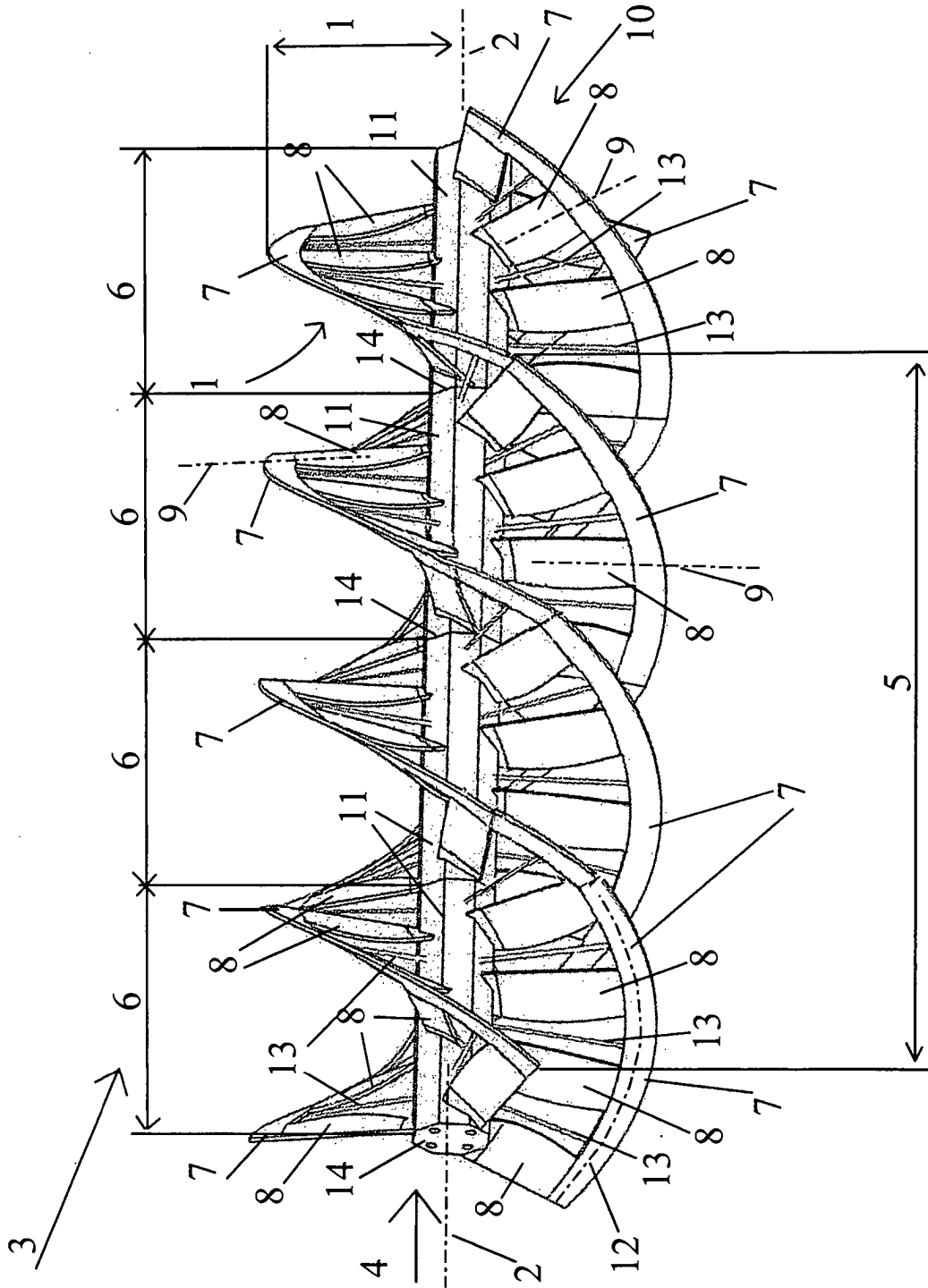
13. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das spiralförmige Randprofil (7) einerseits und die außenliegenden, freien Enden der Profile (8) des Anströmelementes (1) andererseits zumindest etwas gegeneinander entlang der Rotationslinie (2) des Laufrades (10) reversibel verschiebbar sind und dass die der Rotationslinie (2) zugewendete Innenseite des spiralförmigen Randprofils (7) pro Profil (8) ein oder mehrere kulissenartige Führungen aufweist, in welche ein oder mehrere Führungsstifte des jeweiligen Profils (8) eingreifen, so dass sich bei einer Verschiebung des spiralförmigen Randprofils (7) gegenüber den Profilen (8) entlang der Rotationslinie (2) eine Veränderung der Anstellwinkel  $\alpha$  der Profile (8) gegenüber der Strömungsrichtung des strömenden gasförmigen oder flüssigen Mediums (4) ergibt.

14. Kraftmaschinenartige Vorrichtung (3) zur Umwandlung kinetischer Energie eines strömenden flüssigen oder gasförmigen Mediums (4) in Rotationsenergie eines Laufrades (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Laufrad (10) der kraftmaschinenartigen Vorrichtung (3) außenseitig von einem Strömungs-Rohr umfasst ist, wobei die Innenwand des Strömungs-Rohres spiralförmige Züge und Felder aufweist, um dem in dem Strömungs-Rohr fließenden Medium (4) einen Drall in Drehrichtung des Laufrades (10) zu verleihen und dass der Füllstand des strömenden Mediums (4) in dem Strömungs-Rohr in dem Bereich von  $1/8$  bis  $4/4$  des Durchmessers des Strömungs-Rohres liegt.

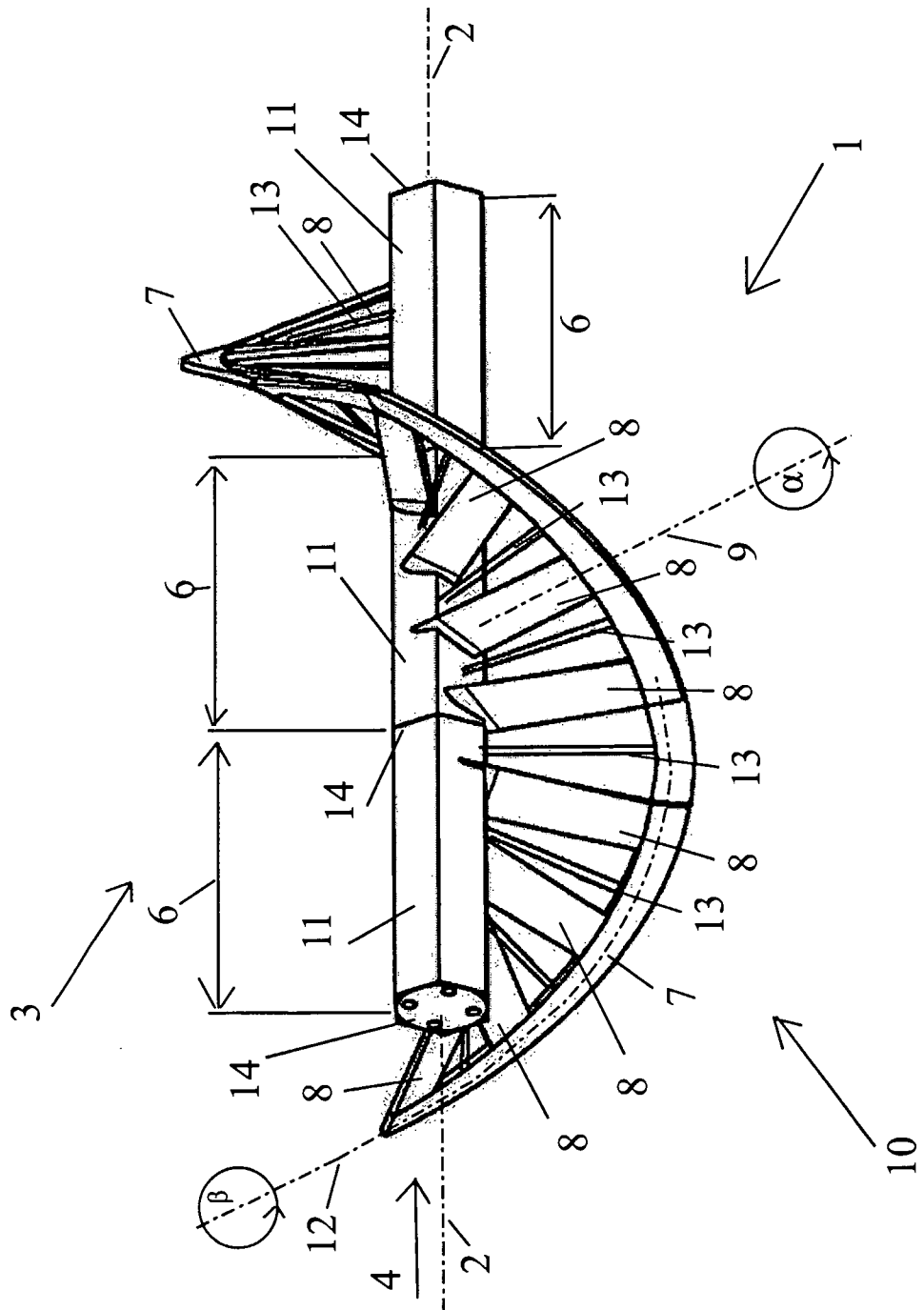
Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

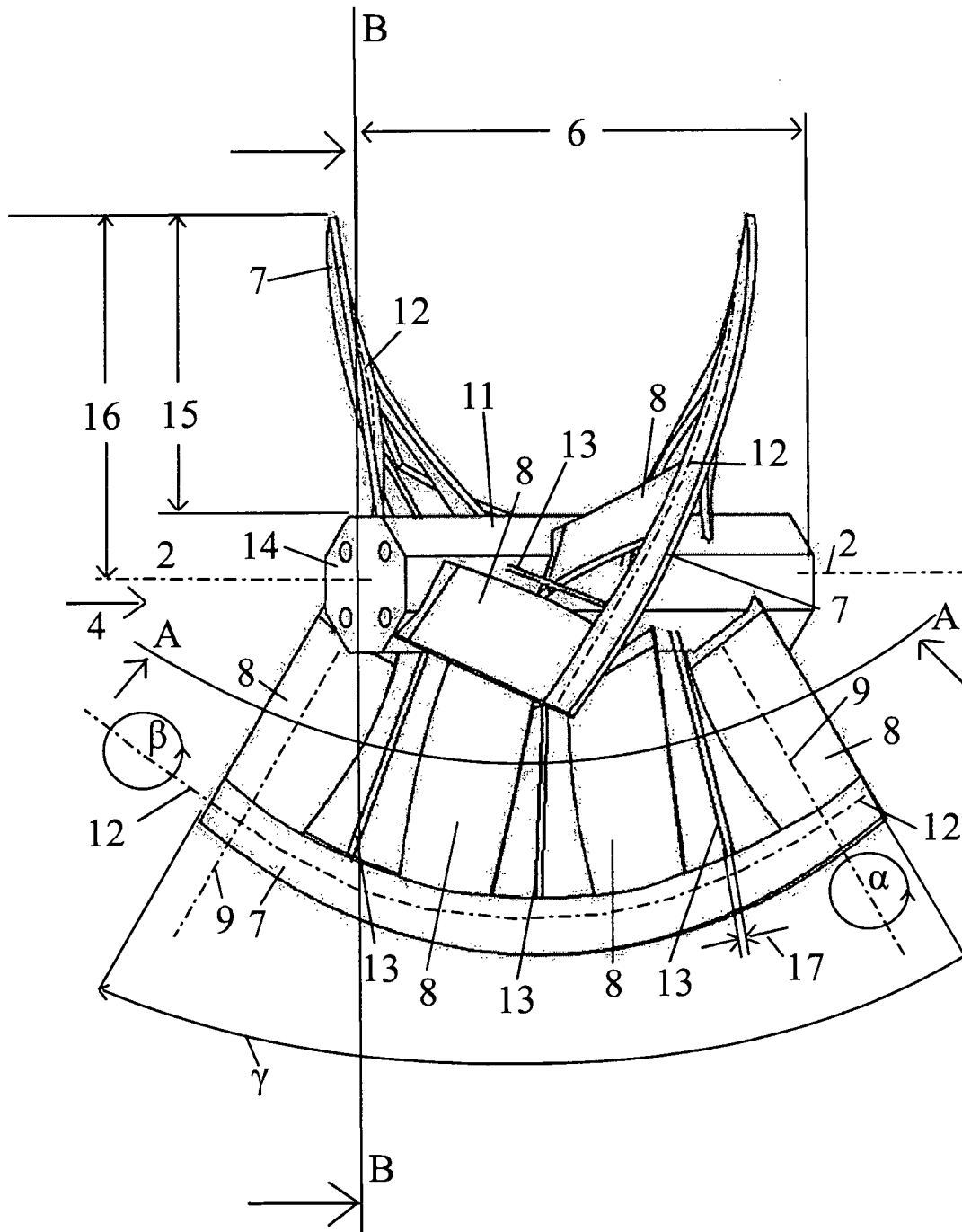
Figur 1



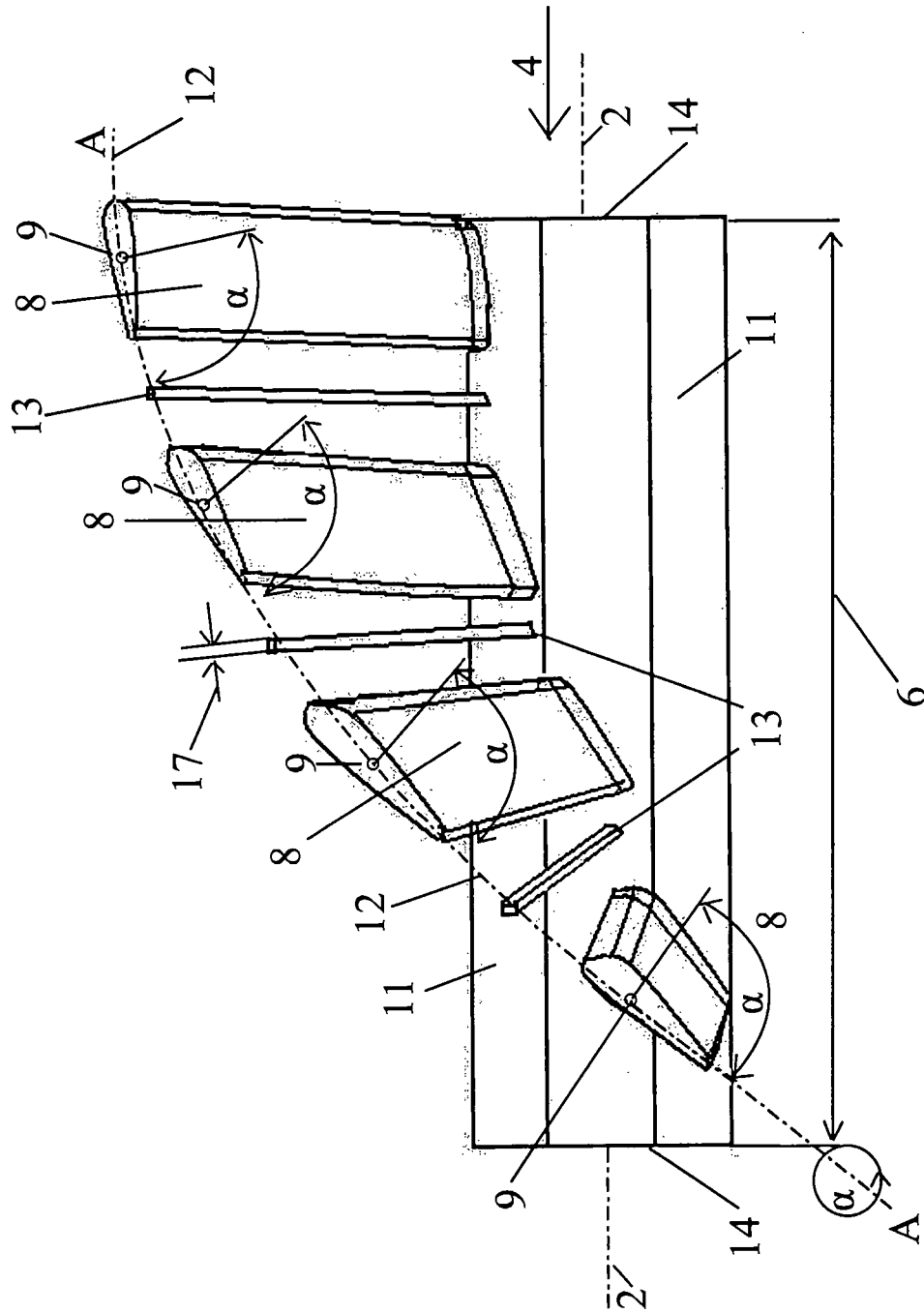
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

