



(10) **DE 10 2010 017 733 B4** 2013.08.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 017 733.4**

(22) Anmeldetag: **05.07.2010**

(43) Offenlegungstag: **05.01.2012**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **08.08.2013**

(51) Int Cl.: **F01D 1/36 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Stöcklinger, Robert, 83620, Feldkirchen-
Westerham, DE**

(74) Vertreter:

**Reichert, Werner F., Dipl.-Phys. Univ. Dr.rer.nat.,
93047, Regensburg, DE**

(72) Erfinder:

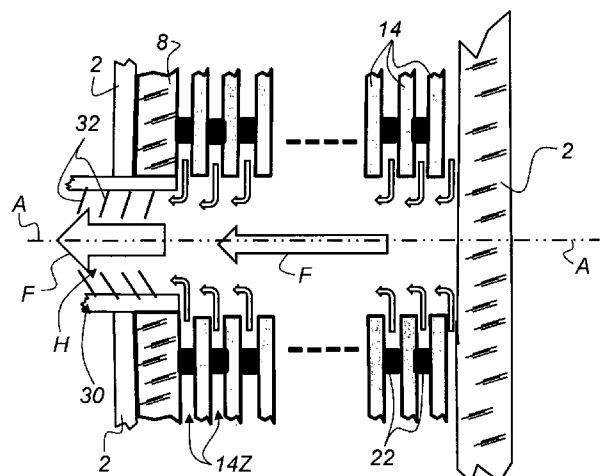
**Finke, Gretel, Antalya, TR; Stöcklinger, Robert,
83620, Feldkirchen-Westerham, DE; Finke, Peter
O., Antalya, TR; zur Nedden, Klaus, Absam, AT**

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

GB	2 226 081	A
GB	186 084	A
US	2002 / 0 182 054	A1
US	2005 / 0 169 743	A1
US	3 999 377	A
WO	2009/ 088 955	A2
WO	2009/ 131 477	A2
NZ	000000195478	A

(54) Bezeichnung: **Tesla-Turbine und Verfahren zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids in kinetische Energie einer Welle einer Tesla-Turbine**

(57) Hauptanspruch: Tesla-Turbine (1) zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids (F) in kinetische Energie einer Welle (8), mit einem in einem Gehäuse (2) um eine Achse (A) rotierenden Turbinenrad, das einen Stapel (16) von voneinander beabstandeten parallelen Scheiben (14) mit jeweils beidseitigen Oberflächen (O) aufweist, zwischen denen das tangential über einen Einlass (4) in das Gehäuse (2) einströmende Fluid (F) auf die Oberflächen (O) der Scheiben (14) trifft und über einen Auslass (6) das Gehäuse (2) verlässt, wobei die mehreren parallelen Scheiben (14) mit der Welle (8) derart drehfest verbunden sind, dass die zentralen Öffnungen (20) der Scheiben (14) des Stapels (16) mit dem Auslass (6) für das Fluid (F) kommunizieren, dass jede der Scheiben (14) eine zentrale Öffnung (20) ausgebildet hat, wobei die Scheiben (14) im Stapel (16) mit einem Zwischenraum (14Z) voneinander beabstandet angeordnet und die zentralen Öffnungen (20) der Scheiben (14) des Stapels (16) entlang der Achse (A) ausgerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (8) als Hohlwelle ausgebildet ist und in der Hohlwelle eine Einrichtung (30) vorgesehen ist, mit der eine Strömungsbewegung des Fluids (F) aus den Zwischenräumen (14Z) in Richtung der Lagerung (10) der Hohlwelle bewirkbar ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Tesla-Turbine zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids in kinetische Energie einer Welle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids in kinetische Energie einer Welle einer Tesla-Turbine.

[0003] Zur Wirkungsgraderhöhung vieler Prozesse, wie z. B. bei industriellen Anwendungen, gibt es die unterschiedlichen Ansätze. So kann die Abwärme eines Prozesses, welche sich in der Regel in der Bewegung eines Fluids äußert, für zahlreiche weitere Anwendungen genutzt werden. Die durch die Prozesse ebenfalls zur Verfügung gestellte Strömungsenergie kann teilweise nur mit erheblichem Aufwand über Strömungsmaschinen genutzt werden.

[0004] Das britische Patent GB 186 084 A offenbart eine Tesla-Turbine zur Wandlung kinetischer Energie eines Fluids (Gas oder Flüssigkeit oder Mix aus beidem) in Dreh- oder Rotationsenergie. In einem Gehäuse ist ein Rotor mit einer Welle angeordnet, mittels der eine Vielzahl von voneinander beabstandeten, drehsymmetrischen Drehkörpern (insbesondere Kreisscheiben) rotieren. Das Fluid tritt durch mindestens einen Einlasskanal in das Gehäuse mit dem Rotor ein, strömt dann tangential auf die äußeren Mantelflächen der Drehkörper zu und strömt schließlich zwischen den Drehkörpern in einer Spiralbewegung hindurch in Richtung der Welle. Das Fluid tritt durch mindestens einen Auslasskanal in einem Bereich nahe der Welle aus der Turbine aus.

[0005] Die U.S.-Patentanmeldung US 2002/0182054 A1 offenbart eine Tesla-Turbine, die aus einer Vielzahl von parallelen Scheiben besteht. Beidseitig des Scheibenstapels ist dieser abgestuft ausgebildet. Die einzelnen Scheiben mit unterschiedlichem Durchmesser sind verschraubt, so dass dadurch die erforderliche Abstufung entsteht. In der Nähe der Achse sind Auslässe für das Arbeitsfluid ausgebildet. Über eine tangential zu den Scheiben angeordnete Düse strömt das Arbeitsfluid in das Gehäuse der Tesla-Turbine.

[0006] Die internationale Patentanmeldung WO 2009/131477 A2 offenbart eine Vorrichtung zur Druckverringerung für ein Gas oder eine Gas-Mischung und ein Wiedergewinnen der Druck-Leistung des Gases oder der Gas-Mischung. Das Gas oder die Gas-Mischung durchfließt mindestens eine Tesla-Turbine. Der mindestens einen Tesla-Turbine ist mindestens eine Druck-Einlaufleitung und ein Fluß-Geschwindigkeitssteuerungsventil, ein Strömungsmesser, mindestens eine Ausgangs-Druckleitung, ein Fluß-Geschwindigkeitssteuerventil, ein Strömungs-

messer, ein Sicherheits-Ventil und eine Ausgangsleitung für das Gas mit vermindertem Druck zugeordnet. Die mindestens eine Tesla-Turbine betreibt mindestens einen Stromgenerator.

[0007] Das U.S.-Patent 3,999,377 offenbart eine Tesla-Turbine, welche Mittel zur Kühlung der Scheiben umfasst. Heißes Arbeitsgas entspannt sich zwischen den Scheiben und im Gegenstrom wird Kühlgas geführt. Über Düsen wird das Arbeitsgas der Tesla-Turbine zugeführt. Über Auslässe, die in der Nähe der Drehachsen liegen, wird das Gas wieder abgeführt.

[0008] Die neuseeländische Patentanmeldung NZ 195478 A offenbart eine Tesla-Turbine. Bei der hier gezeigten Tesla-Turbine können Fluide unterschiedlicher Qualität und Phasen verwendet werden. Das Fluid strömt über einen Einlass in die durch die Scheiben gebildeten Zwischenräume. Der Einlass für die Tesla-Turbine ist dabei tangential in Bezug auf den Scheibenstapel angeordnet. In der Nähe der Achse sind Auslässe vorgesehen, über die das Arbeitsgas, bzw. Arbeitsfluid aus dem Gehäuse der Tesla-Turbine abgeführt werden kann. Mittels radial angeordneter und steuerbarer Düsen ist es möglich die Strömungsrichtung des Fluids zu beeinflussen.

[0009] Die U.S.-Patentanmeldung US 2005/0169743 A1 offenbart eine Tesla-Turbine. Die einzelnen Scheiben der Tesla-Turbine werden mittels einer Schwalbenschwanzbefestigung auf der Welle montiert. Jede der Scheiben hat eine zentrale Öffnung ausgebildet. Der Fluidstrom läuft dabei vom Einlass entlang der Scheiben zu den zentralen Öffnungen der Scheiben und wird von der Welle weg zu einem Auslass transportiert. Innerhalb der zentralen Öffnung der Scheiben ist ein Konus vorgesehen, der den Abtransport des Fluids durch die zentralen Öffnungen der einzelnen Scheiben unterstützt. Im Gegensatz dazu ist bei der vorliegenden Erfindung die Welle als Hohlwelle ausgebildet, so dass das Arbeitsfluid, welches von den Zwischenräumen zwischen den Scheiben zu der zentralen Öffnung in den einzelnen Scheiben gelangt, durch die Hohlwelle hindurch zu einem Auslass transportiert wird. Die Hohlwelle kommuniziert mit dem Auslass für das entsprechende Arbeitsfluid.

[0010] Die internationale Patentanmeldung WO 2009/088955 A1 offenbart eine Tesla-Turbine, der eine hydrodynamische Geschwindigkeitsregulierung zugeordnet ist. Ebenso ist bei dieser Tesla-Turbine die Abführung des Arbeitsfluids nicht durch die Hohlwelle gezeigt.

[0011] Die britische Patentanmeldung GB 2226081 (A) offenbart eine Scherkraftpumpe bzw. -turbine in der vermittels einer Scherkraft eine Bewegung zwischen einem Fluid und der Pumpe

pe bzw. Turbine übertragen wird. Statt einem vorbekannten Aufbau aus separaten und voneinander beabstandeten Platten wird dabei eine kontinuierliche Spirale, die rotativ in einem röhrenförmigen Gehäuse gelagert ist. Ein Fluidstrom wird beidseits in die Spirale eingeleitet und tritt zwischen den Spiralwindungen in Richtung eines Auslasses wieder aus, wobei durch Reibung kinetische Energie vom Fluid auf die Spirale übertragen wird.

[0012] Ziel der Erfindung ist es, eine Tesla-Turbine derart auszugestalten, dass möglichst effizient die Strömungsenergie eines unter geringerem Druck vorliegenden Arbeitsfluids genutzt werden kann, so dass der Wirkungsgrad der Tesla-Turbine optimiert ist.

[0013] Die obige Aufgabe wird durch eine Tesla-Turbine gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

[0014] Eine weitere Aufgabe der gegenwärtigen Erfindung ist, ein Verfahren zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids in kinetische Energie einer Welle einer Tesla-Turbine zu schaffen, wobei das Verfahren energieeffizient betrieben wird und der Wirkungsgrad der Tesla-Turbine optimiert ist.

[0015] Die obige Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 14 umfasst.

[0016] Die erfindungsgemäße Tesla-Turbine zeichnet sich dadurch aus, dass mit ihr die Wandlung der Strömungsenergie eines Fluids in kinetische Energie einer Welle der Tesla-Turbine möglich ist. Zur Wandlung von Strömungsenergie in kinetische Energie ist einem Gehäuse der Tesla-Turbine ein um eine Achse rotierendes Turbinenrad angeordnet. Das Turbinenrad ist ein Stapel, der eine Vielzahl von voneinander beabstandeten parallelen Scheiben besitzt, die jeweils beidseitig Oberflächen aufweisen. Über einen Einlass wird das Fluid tangential dem Stapel zugeführt. Das einströmende Fluid trifft auf die Oberflächen der Scheiben und tritt über einen Auslass aus dem Gehäuse der Tesla-Turbine wieder aus. Der Stapel der Scheiben ist dadurch gebildet, dass die einzelnen Scheiben mittels mindestens dreier Abstandselemente jeweils voneinander beabstandet sind. Die Abstandselemente sind dabei außerhalb des Drehzentrums der Scheiben, bzw. des Stapels vorgesehen. Jede der Scheiben des Stapels hat eine zentrale Öffnung ausgebildet, durch die die Drehachse der Tesla-Turbine verläuft. Über die zentrale Öffnung der Scheiben strömt das Fluid zum Auslass und wird somit aus dem Gehäuse geleitet. In der Hohlwelle ist eine Einrichtung vorgesehen, mit der eine Strömungsbewegung des Fluids aus den Zwischenräumen in Richtung der Lagerung der Hohlwelle bewirkbar ist.

[0017] Gemäß der Erfindung ist die Welle der Tesla-Turbine als Hohlwelle ausgebildet. Die Hohlwelle

kommuniziert somit mit dem Auslass für das Fluid. Die zentralen Öffnungen der Scheiben des Stapels kommunizieren somit über die Hohlwelle mit dem Auslass für das Fluid. Die mehreren parallelen Scheiben sind mit der Welle derart drehfest verbunden, dass die zentralen Öffnungen der Scheiben des Stapels mit dem in Richtung der Achse der Welle liegenden Auslass für das Fluid über den Hohlraum der Hohlwelle kommunizieren. Die Hohlwelle selbst mündet im Auslass.

[0018] Zur Verbesserung der Strömung des Fluids vom Einlass zum Auslass ist dem Stapel der voneinander beabstandeten parallelen Scheiben im Bereich der zentralen Öffnung eine Einrichtung zugeordnet. Die Einrichtung ist fest mit dem Stapel verbunden. Die Einrichtung ist derart ausgestaltet, dass im Auslass für das Fluid eine Sogwirkung erzeugbar ist, die somit die Strömung des Fluids im Auslass und somit die Ausströmung des Fluids aus dem Gehäuse der Tesla-Turbine verbessert bzw. fördert.

[0019] Die Einrichtung zur Erzeugung der Sogwirkung trägt eine Vielzahl von Turbinenschaufeln.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Abstandselemente strömungsoptimiert geformt, so dass in Bezug auf eine Strömungsrichtung des Fluids zwischen den Scheiben des Stapels die möglichen Verwirbelungen des Fluids im Bereich der Abstandselemente reduziert sind.

[0021] Die Lagerung der Welle der Tesla-Turbine ist als einseitige, fliegende Lagerung ausgebildet. Gemäß einer Ausführungsform kann die Lagerung der Welle mittels mindestens zweier Wälzlager gebildet werden. Die Wälzkörper der Wälzlager können als keramische Wälzkörper ausgebildet sein.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Lagerung kann diese als berührungslose Lagerung ausgebildet sein. Die berührungslose Lagerung kann in Form von Luftlagern, hydraulischen Lagern und oder magnetischen Lagern ausgebildet sein. Die berührungslose Lagerung ist dabei derart auszugestalten, dass diese senkrecht zur Welle und in Richtung der Achse der Welle wirkt.

[0023] Die Scheiben des Stapels sind über die Abstandselemente im Wesentlichen durch einen gleichen Abstand voneinander beabstandet. Der Abstand der Scheiben beträgt ungefähr 20 bis 50% der Scheibenstärke. Die Scheiben besitzen eine Stärke zwischen 0,1 bis 5 mm. Die Scheiben selbst können einen Durchmesser bis zu 500 mm aufweisen. Vorzugsweise liegt der Durchmesser der Scheiben zwischen 200 und 300 mm. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt der Scheibendurchmesser ca. 240 bis 260 mm. Die Oberflächen

der Scheiben sind jeweils beidseitig poliert und/oder geschliffen.

[0024] Die Tesla-Turbine ist dabei je nach Ausgestaltung derart ausgelegt, dass die Welle im Betrieb mit Drehzahlen von zwischen 2.000 bis 100.000 Umdrehungen je Minute rotiert. Je kleiner der Durchmesser der Scheiben der Tesla-Turbine desto größer kann die Drehzahl sein.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids in kinetische Energie einer Welle einer Tesla-Turbine zeichnet sich dadurch aus, dass einem Turbinenrad, das in einem Gehäuse um eine Achse rotierend angeordnet ist und einen Stapel von voneinander beabstandeten parallelen Scheiben aufweist tangential über einen Einlass ein Fluidstrom zugeführt wird. Der Fluidstrom wird über jeweils eine zentrale Öffnung der Scheiben des Stapels einem Auslass zugeführt und somit in axialer Richtung aus dem Gehäuse abgeleitet. Dabei wird eine Einrichtung in der Hohlwelle vorgesehen, die eine Strömungsbewegung des Fluids durch die Hohlwelle in Richtung einer Lagerung der Hohlwelle erzeugt.

[0026] Es hat sich gezeigt, dass der Stapel mindestens 10 bis 30 Scheiben umfassen kann. Besonders bevorzugt besteht der Stapel aus 20 Scheiben.

[0027] Die Tesla-Turbine weist vorzugsweise einen Einlass auf, der in Form einer Schlitzdüse ausgebildet ist. Die Schlitzdüse ist dabei derart angeordnet, dass der Fluidstrom tangential auf den Stapel der Scheiben trifft. Wahlweise können jedoch auch andere Düsenformen vorgesehen sein, wie z. B. Lochdüsen mit einer Vielzahl von Löchern, bei denen jeder einzelne Zwischenraum des Stapels der Scheiben direkt angeströmt werden kann. Zumindest bei der Variante der durchgängigen oder von Stegen durchbrochenen Schlitzdüse, weisen die Scheiben vorzugsweise jeweils abgerundete, d. h. mit einem Radius versehene äußere Ränder auf, so dass die anströmende Luft dort nicht oder nur geringfügig verwirbelt wird und ohne großen Widerstand, bzw. Energieverlust in die Spalte zwischen die Scheiben gelangt. Es ist ferner von Vorteil, wenn die Welle der Tesla-Turbine einseitig, fließend gelagert ist. Hinzu kommt, dass die Wälzkörper der Wälzlager aus einem keramischen Werkstoff hergestellt sind. Im Auslassbereich des Turbinengehäuses können Lamellen oder Turbinenschaukeln vorgesehen sein, die somit einen Turboeffekt, bzw. eine Sogwirkung erzeugen, damit das Eingangsdruckniveau der Turbine bei ungefähr 2 bar liegen kann, um dennoch eine genügend große Strömungsgeschwindigkeit des Fluids zu erreichen.

[0028] Die Tesla-Turbine kann beispielsweise mit der Abwärme, mit Restdampf oder dergleichen betrieben werden und bestehende Anlagen sinnvoll ergänzen, um vorhandene, bisher nicht genutzte Strö-

mungsenergie im Interesse einer maximalen Energieausbeute und/oder zur Steigerung von Gesamtwirkungsgraden und/oder einer Verbesserung einer Energiebilanz zum Antrieb eines schnell laufenden elektrischen Generators oder anderer Wandler zu nutzen.

[0029] Der der Erfindung zugrunde liegende Effekt beruht auf der Adhäsion des an den Scheibenoberflächen vorbeiströmenden Fluids und der allmählichen Beschleunigung der Scheiben des Stapels durch diese Adhäsion, so dass nach einiger Betriebszeit eine sehr hohe Drehzahl der Tesla-Turbine von bis zu 100.000 Umdrehungen je Minute oder mehr erreicht werden kann.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Gleiche Teile in den Zeichnungen sind hierbei mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden deshalb teilweise nicht mehr facherläutert. Zusätzlich sollen die Ausführungsbeispiele die Erfindung illustrieren, sind jedoch keinesfalls einschränkend zu verstehen.

[0031] Fig. 1 zeigt eine schematische Perspektivdarstellung eines nicht zur Erfindung gehörigen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Tesla-Turbine.

[0032] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die nicht zur Erfindung gehörigen Tesla-Turbine gemäß der in Fig. 1 gezeigten Darstellung.

[0033] Fig. 3 zeigt eine Querschnittsdarstellung der nicht zur Erfindung gehörigen Tesla-Turbine entlang der in Fig. 2 dargestellten Schnittlinie III-III.

[0034] Fig. 4 zeigt eine Längsschnittdarstellung durch eine nicht zur Erfindung gehörigen Tesla-Turbine z. B. entlang der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie IV-IV.

[0035] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf eine Scheibe, aus der der Scheibenstapel für die Tesla-Turbine aufgebaut wird, die mit einer zentralen Öffnung und mehreren Abstandselementen versehen ist.

[0036] Fig. 6 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform der Ausgestaltung der Abstandselemente der Scheiben eines Stapels.

[0037] Fig. 7 zeigt eine vergrößerte Darstellung des in Fig. 4 mit B bezeichneten Bereichs, wobei die Welle der nicht zur Erfindung gehörigen Tesla-Turbine eine massive Welle ist.

[0038] Fig. 8 zeigt die erfindungsgemäße Ausführungsform der in Fig. 4 mit einem gestrichelten Kreis

gekennzeichneten Bereichs, wobei die Welle der Tesla-Turbine als Hohlwelle ausgebildet ist.

[0039] Fig. 1 zeigt eine Perspektivansicht einer nicht zur Erfindung gehörigen Tesla-Turbine 1. Die Tesla-Turbine 1 umfasst ein Gehäuse 2. Dem Gehäuse 2 wird über einen Einlass 4 ein Fluid F zugeführt. Das Fluid F besitzt eine Strömungsenergie, die mit der Tesla-Turbine 1 in eine kinetische Energie einer Welle 8 der Tesla-Turbine 1 gewandelt wird. Das Fluid F strömt über einen Auslass 6 aus dem Gehäuse 2 aus.

[0040] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die nicht zur Erfindung gehörigen Tesla-Turbine 1. Wie bereits in der Beschreibung zur Fig. 1 erwähnt, strömt das Fluid F über den Einlass 4 in das Gehäuse 2 der Tesla-Turbine 1 ein. Nachdem das Fluid F die kinetische Energie an die Welle 8 der Tesla-Turbine 1 abgegeben hat, strömt das Fluid F über den Auslass 6 aus dem Gehäuse 2 aus. In der in Fig. 2 gezeigten Darstellung ist die Welle 8 gegenüber dem Auslass 6 angeordnet. Diese Anordnung der Welle 8 bezeichnet man als einseitig fliegende Lagerung 10, da nur auf einer der auf der Welle 8 angeordneten Scheiben im Gehäuse 2 eine Lagerung 10 der Welle 8 vorgesehen ist. Die Welle 8 rotiert um die Achse A.

[0041] Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht der nicht zur Erfindung gehörigen Tesla-Turbine 1 entlang der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie III-III. Der Einlass 4 für das Fluid F ist derart in Bezug auf die im Innern des Gehäuses 2 angeordneten Scheiben 14 angeordnet, dass das Fluid tangential auf den äußeren Umfang 15 der Scheiben 14 trifft. Es ist selbstverständlich, dass im Inneren des Gehäuses 2 eine Vielzahl von Scheiben 14 in Form eines Stapels 16 angeordnet sind. Dem Einlass 4 ist eine Düse 12 zugeordnet, damit eine genügend hohe Strömungsgeschwindigkeit des Fluids F beim Eintritt in das Gehäuse 2 erzielt werden kann. Durch das Auftreffen des Fluids F auf den Stapel 16 der Scheiben 14 beginnt sich der Stapel 16 der Scheiben 14 in Richtung R zu drehen. Das Fluid F strömt dabei entlang der Oberfläche O der Scheiben 14. Der Strömungsweg 18 ist dabei spiralförmig ausgebildet. Das einströmende Fluid F tritt dabei durch eine zentrale Öffnung 20 in den Scheiben 14 aus und gelangt über die zentrale Öffnung 20 zu dem Auslass 6 aus dem Gehäuse 2 der Tesla-Turbine 1. In Fig. 3 sind ebenfalls mehrere Abstandselemente 22 dargestellt, über die die Scheiben 14 des Stapels 16 voneinander beabstandet sind. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass die Anzahl der hier dargestellten Abstandselemente 22 nicht als Beschränkung aufgefasst werden können. Die zentralen Öffnungen 20 in den Scheiben 14 sind in Richtung der Achse A der Tesla-Turbine 1 ausgerichtet.

[0042] Fig. 4 zeigt die nicht zur Erfindung gehörige Tesla-Turbine 1 im Schnitt entlang der in Fig. 2 mit IV gekennzeichneten Schnittlinie. Die Welle 8 der Tes-

la-Turbine 1 ist einseitig fliegend gelagert. Die Lagerung 10 der Welle 8 wird mit mehreren Wälzlager 24 erreicht. Die Wälzkörper 26 der Lager 24 sind aus einem keramischen Werkstoff gebildet. Somit können die Wälzlager 24 die hohen Drehzahlen des Stapels 16 der vielen Scheiben 14 standhalten. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass die Wälzkörper 26 nicht ausschließlich aus dem keramischen Werkstoff hergestellt sein müssen. Es reicht aus, wenn der Werkstoff der Wälzkörper 26 eine derartige Festigkeit aufweist, dass er den auftretenden Kräften standhält. Wie bereits in der Beschreibung der vorgehenden Figuren erwähnt, sind die Scheiben 14 des Stapels 16 mit einer Vielzahl von Abstandselementen 22 untereinander beabstandet. In dem Zwischenraum 14Z (siehe Fig. 7 und Fig. 8) zwischen den Scheiben 14 strömt das Fluid F und bringt somit den Stapel 16 der Scheiben 14 in die entsprechende Rotation. Jede der Scheiben 14 besitzt, wie bereits erwähnt, eine zentrale Öffnung 20. Die Scheiben 14 sind im Stapel 16 derart angeordnet, dass die zentralen Öffnungen 20 entlang der Achse A der Tesla-Turbine 1 ausgerichtet sind. Der Stapel 16 der Scheiben 14 ist drehfest mit der Welle 8 verbunden. Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ist die Welle 8 ein massives Bauteil. Der Fluidstrom, der durch den Einlass 4 eintritt, gelangt über die Zwischenräume 14Z zwischen den Scheiben 14 zu den jeweiligen zentralen Öffnungen 20 der einzelnen Scheiben 14. Über die zentralen Öffnungen 20 gelangt der Fluidstrom F zum Auslass 6. Zur Unterstützung des Fluidstroms F zum Auslass 6 hin kann am gegenüberliegenden Ende der Welle 8 eine Einrichtung 30 fest am Gehäuse angebracht sein, die eine Sogwirkung auf den Fluidstrom F ausübt, damit der Abtransport des Fluids F, bzw. die Strömungsbewegung des Fluids F in den Zwischenräumen 14Z zwischen den Scheiben 14 unterstützt wird und dass sich kein Strömungstau in der Tesla-Turbine 1 ausbildet.

[0043] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform einer Scheibe 14, wie sie bei der erfindungsgemäßen Tesla-Turbine 1 Verwendung findet. Die Scheibe 14 hat, wie bereits erwähnt, die zentrale Öffnung 20 ausgebildet. Um die zentrale Öffnung 20 herum sind mehrere Abstandselemente 22 angeordnet. In der hier dargestellten Ausführungsform sind vier Abstandselemente 22 dargestellt. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass die Mindestanzahl der Abstandselemente 22 zwischen den einzelnen Scheiben 14 auf drei Abstandselemente 22 begrenzt sein kann. Durch diese drei Abstandselemente erreicht man somit eine gleichmäßige und stabile Beabstandung der einzelnen Scheiben 14. Die Abstandselemente sind dabei gleich verteilt um die zentrale Öffnung 20 angeordnet. Der Fluidstrom F trifft dabei tangential auf den äußeren Umfang 15 der Scheibe 14. Entlang der Oberfläche 2 der Scheibe 14 bewegt sich der Fluidstrom F spiralförmig, wie dies in Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 18 gekennzeichnet ist.

[0044] Fig. 6 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Abstandselemente 22, die um die zentrale Öffnung 22 der Scheibe 14 angeordnet sind. Die Abstandselemente besitzen eine strömungsoptimierte Querschnittsform, damit während der Drehbewegung des Stapels 16 aus den Scheiben 14 eine Wirbelbildung im strömenden Fluid im Zwischenraum 14Z zwischen den Scheiben 14 weitestgehend vermieden ist.

[0045] Fig. 7 zeigt die vergrößerte Darstellung des in Fig. 4 mit 40 gekennzeichneten Bereichs. Bei der in Fig. 7 gezeigten, nicht zur Erfindung gehörigen Ausführungsform hat jede der Scheiben 14 eine zentrale Öffnung 20 ausgebildet. Um die zentrale Öffnung 20 herum sind mehrere Abstandselemente 22 angeordnet. Die einzelnen Scheiben 14 voneinander beabstandet. Somit ist zwischen den Scheiben 14 des Stapels 16 jeweils ein Zwischenraum 14Z ausgebildet, in dem Fluid F vom Einlass zum Auslass strömt. Der Stapel 16 der Scheiben 14 ist mit der Welle 8 drehfest verbunden. Wie bereits erwähnt, ist die Welle 8 als massives Bauteil ausgebildet. Das Fluid F strömt somit ausschließlich in Richtung der Achse A und weg von der Welle 8. Zur Unterstützung des Fluidstroms F zum Auslass 6 (nicht dargestellt) ist am gegenüberliegenden Ende der Welle 8 die Einrichtung 30 fest mit dem Gehäuse 2 verbunden. Die Einrichtung 30 erzeugt eine Sogwirkung auf den Fluidstrom F. Die Einrichtung 30 besitzt eine Vielzahl von Schaufeln 32, die damit für den Abtransport des Fluids F, bzw. die Strömungsbewegung des Fluids F aus den Zwischenräumen 14Z zwischen den Scheiben 14 hinein in die Vielzahl der Öffnungen 20 der Scheiben 14 verantwortlich sind. Ebenso ist es möglich, dass mit der Einrichtung 30 eine definierte Strömungsrichtung entlang der Achse A ausgebildet wird.

[0046] Fig. 8 zeigt die erfindungsgemäße Ausführungsform der gegenwärtigen Erfindung. Die Welle 8 ist als Hohlwelle ausgebildet. Die Scheiben 14 des Stapels 16 sind drehfest mit der Hohlwelle verbunden. Die Scheiben 14 des Stapels 16 sind über Abstandselemente 22 zueinander beabstandet. Die beste mechanische Stabilität wird erreicht, wenn mindestens drei Abstandselemente 22 die einzelnen Scheiben 14 des Stapels 16 voneinander beabstandet. Sowohl bei der in Fig. 7 als auch bei der Darstellung gemäß Fig. 8 ist durch die Abstandselemente 22 hindurch ein Befestigungselement (nicht dargestellt) geführt, über das der Stapel 16 der Scheiben 14 drehfest mit der Welle 8 verbunden ist. Innerhalb der Welle 8 (Hohlwelle) kann ebenso eine Einrichtung 30 vorgesehen sein, die eine definierte Strömungsrichtung des Fluids F entlang der Achse A bewirkt. Die Einrichtung 30 ist derart in der Hohlwelle angeordnet, dass diese fest mit dem Gehäuse 2 verbunden ist. Die Einrichtung 30 hat mehrere Schaufeln 32 ausgebildet, die damit für den Abtransport des Fluids F, bzw.

die Strömungsbewegung des Fluids F aus den Zwischenräumen 14Z in die Hohlwelle hinein sorgen. Die Hohlwelle selbst mündet in dem Auslass (nicht dargestellt) für das Fluid F. Bei der in Fig. 8 dargestellten Ausführungsform wird das Fluid von Gehäuse 2 weg zum Auslass hin transportiert.

[0047] Erfindungsgemäß ist zur Unterstützung des Fluidstroms F zum Auslass 6 (nicht dargestellt) am gegenüberliegenden Ende der Welle 8 die Einrichtung 30 drehfest mit dem Stapel 16 verbunden. Die Einrichtung 30 dreht somit bei der Drehung des Stapels 16 mit und erzeugt eine Sogwirkung auf den Fluidstrom F erzeugt. Die Einrichtung 30 besitzt eine Vielzahl von Schaufeln 32, die derart gestaltet und angeordnet sind, dass damit für den Abtransport des Fluids F bewirkt wird. Gemäß einer weiteren Möglichkeit ist die Einrichtung 30 in der Hohlwelle angeordnet, so dass die Einrichtung 30 mit der Hohlwelle dreht. Auch hier sich die mehreren Schaufeln 32 der Einrichtung 30 derart gestaltet und angeordnet, dass für den Abtransport des Fluids F aus den Zwischenräumen 14Z in die Hohlwelle die erforderliche Sogwirkung ausgebildet wird.

[0048] Die Strömungsrichtung des Fluids F ist in der Fig. 7 und Fig. 8 durch die Pfeile angedeutet. Es ist für einen selbstverständlich, dass das Fluid eine Vielzahl von Formen aufweist. Bevorzugt ist das Fluid jedoch Abdampf, aus dem mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung noch Energie gewonnen werden kann.

[0049] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein. Die Erfindung ist nicht auf die vorstehenden Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen denkbar, die von dem erfindungsgemäßen Gedanken Gebrauch machen und deshalb ebenfalls in den Schutzbereich fallen.

Patentansprüche

1. Tesla-Turbine (1) zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids (F) in kinetische Energie einer Welle (8), mit einem in einem Gehäuse (2) um eine Achse (A) rotierenden Turbinenrad, das einen Stapel (16) von voneinander beabstandeten parallelen Scheiben (14) mit jeweils beidseitigen Oberflächen (O) aufweist, zwischen denen das tangential über einen Einlass (4) in das Gehäuse (2) einströmende Fluid (F) auf die Oberflächen (O) der Scheiben (14) trifft und über einen Auslass (6) das Gehäuse (2) verlässt, wobei die mehreren parallelen Scheiben (14) mit der Welle (8) derart drehfest verbunden sind, dass die zentralen Öffnungen (20) der Scheiben (14) des Stapels (16) mit dem Auslass (6) für das Fluid (F) kom-

munizieren, dass jede der Scheiben (14) eine zentrale Öffnung (20) ausgebildet hat, wobei die Scheiben (14) im Stapel (16) mit einem Zwischenraum (14Z) voneinander beabstandet angeordnet und die zentralen Öffnungen (20) der Scheiben (14) des Stapels (16) entlang der Achse (A) ausgerichtet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (8) als Hohlwelle ausgebildet ist und in der Hohlwelle eine Einrichtung (30) vorgesehen ist, mit der eine Strömungsbewegung des Fluids (F) aus den Zwischenräumen (14Z) in Richtung der Lagerung (10) der Hohlwelle bewirkbar ist.

2. Tesla-Turbine nach Anspruch 1, wobei mittels mindestens dreier Abstandselemente (22), die außerhalb der zentralen Öffnung (20) der Scheiben (14) vorgesehen sind die einzelne Scheiben (14) voneinander beabstandet sind.

3. Tesla-Turbine (1) nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung (30) zur Erzeugung der Sogwirkung aus einer Vielzahl von Turbinenschaufeln (32) besteht.

4. Tesla-Turbine (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, wobei die Abstandselemente (22) in Bezug auf eine Strömungsrichtung (18) des Fluids (F) zwischen den Scheiben (14) derart geformt sind, dass eine Wirbelbildung im strömenden Fluid (F) reduziert ist.

5. Tesla-Turbine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Welle (8) über eine einseitige, fliegende Lagerung (10) gelagert ist.

6. Tesla-Turbine (1) nach Anspruch 5, wobei die Lagerung (10) aus mindestens zwei Wälzlagern (24) gebildet ist, die keramische Wälzkörper (26) umfassen.

7. Tesla-Turbine (1) nach Anspruch 5, wobei die Lagerung (10) als kontaktfreies Lagersystem der Welle (8) ausgebildet ist.

8. Tesla-Turbine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Scheiben (14) über die Abstandselemente (22) im Wesentlichen den gleichen Zwischenraum (14Z) voneinander aufweisen.

9. Tesla-Turbine (1) nach Anspruch 8, wobei der Zwischenraum (14Z) zwischen den Scheiben (14) ungefähr 20% bis 50% einer Scheibenstärke (D) entspricht.

10. Tesla-Turbine (1) Turbine nach Anspruch 9, wobei die Scheibenstärke (D) zwischen 0,1 mm bis 5 mm beträgt.

11. Tesla-Turbine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Scheiben (14) jeweils einen Durchmesser bis zu 500 mm, vorzugsweise zwi-

schen 200 und 300 mm, insbesondere von ca. 240 bis 260 mm aufweisen.

12. Tesla-Turbine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Scheiben jeweils beidseitig polierte Oberflächen aufweisen.

13. Tesla-Turbine (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche wobei, die Welle im Betrieb mit Drehzahlen von zwischen ca. 2.000 und 100.000 Umdrehungen je Minute rotiert.

14. Verfahren zur Wandlung von Strömungsenergie eines Fluids (F) in kinetische Energie einer Welle (8), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

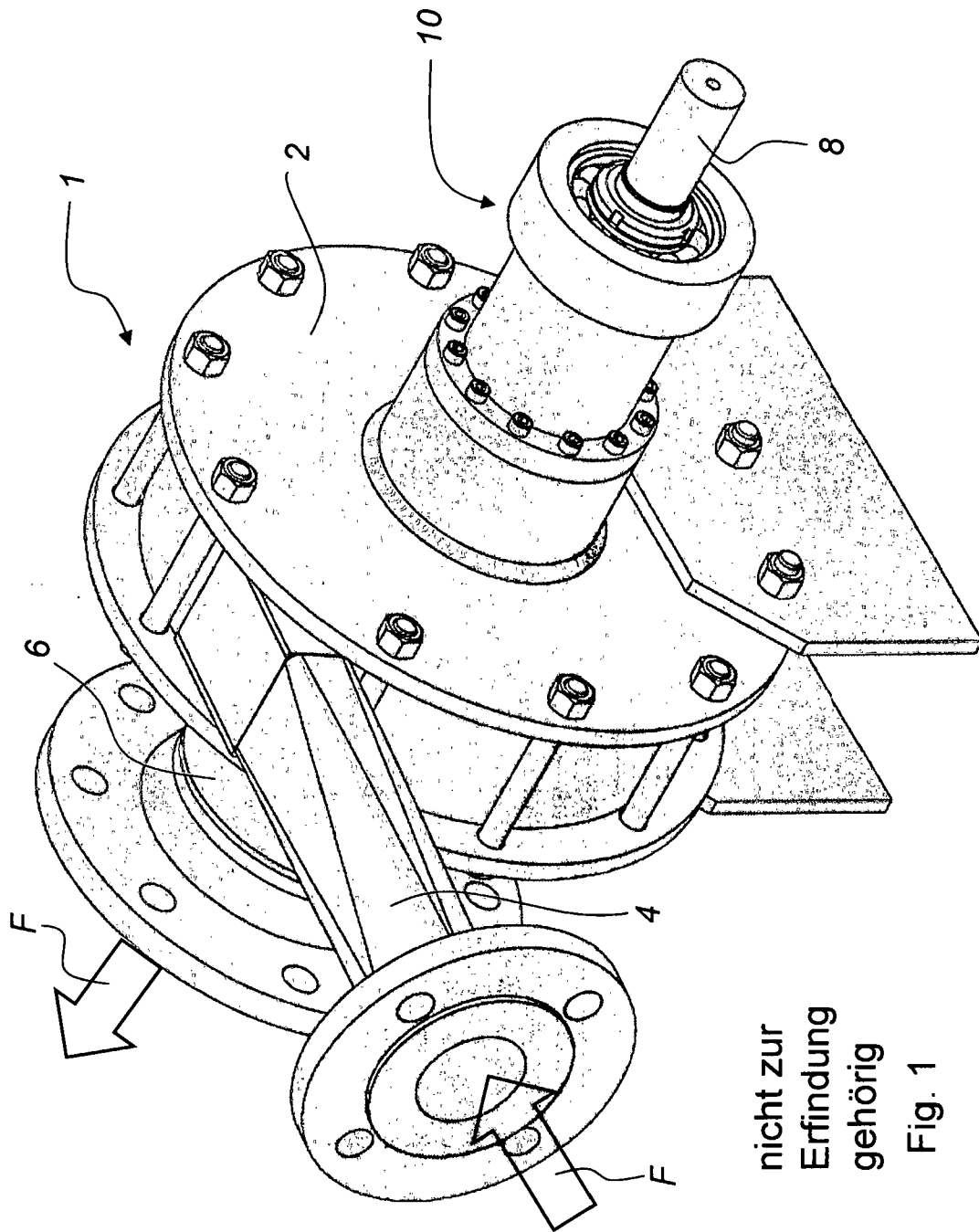
- dass einem Turbinenrad, das in einem Gehäuse (2) um eine Achse (A) rotierend angeordnet ist und einen Stapel (16) von voneinander beabstandeten parallelen Scheiben (14), von denen jede eine zentrale Öffnung (20) ausgeformt hat, aufweist, tangential über einen Einlass (4) das Fluid (F) zugeführt wird;
- dass entlang der beidseitigen Oberflächen (O) der Scheiben (14) des Stapels (16) ein Fluidstrom (18) ausgebildet und dadurch das Turbinenrad in Rotation versetzt wird; und
- dass der Fluidstrom (18) über die entlang der Achse (A) ausgerichteten zentralen Öffnungen (20) der Scheiben (14) des Stapels (16) einem Auslass (6) über die als Hohlwelle ausgebildete Welle (8) zugeführt und über diesen abgeleitet wird, wobei eine Einrichtung (30) in der Hohlwelle vorgesehen wird, die eine Strömungsbewegung des Fluids (F) durch die Hohlwelle in Richtung einer Lagerung (10) der Hohlwelle erzeugt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei im Bereich der zentralen Öffnung (20) eine Einrichtung (30) vorgesehen ist, mit der eine Sogwirkung im Auslass (6) in Richtung der Achse (A) auf den Fluidstrom ausgeübt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, wobei die parallelen Scheiben (14) des Stapels (16) mittels Abstandselementen (22) äquidistant voneinander beabstandet werden und dass die Abstandselemente (22) derart strömungsgünstig ausgebildet werden, dass eine Wirbelbildung des Fluidstroms auf dessen Weg vom Umfang (15) des Stapels (16) zur zentralen Öffnung (20) der Scheiben (14) hin vermieden wird.

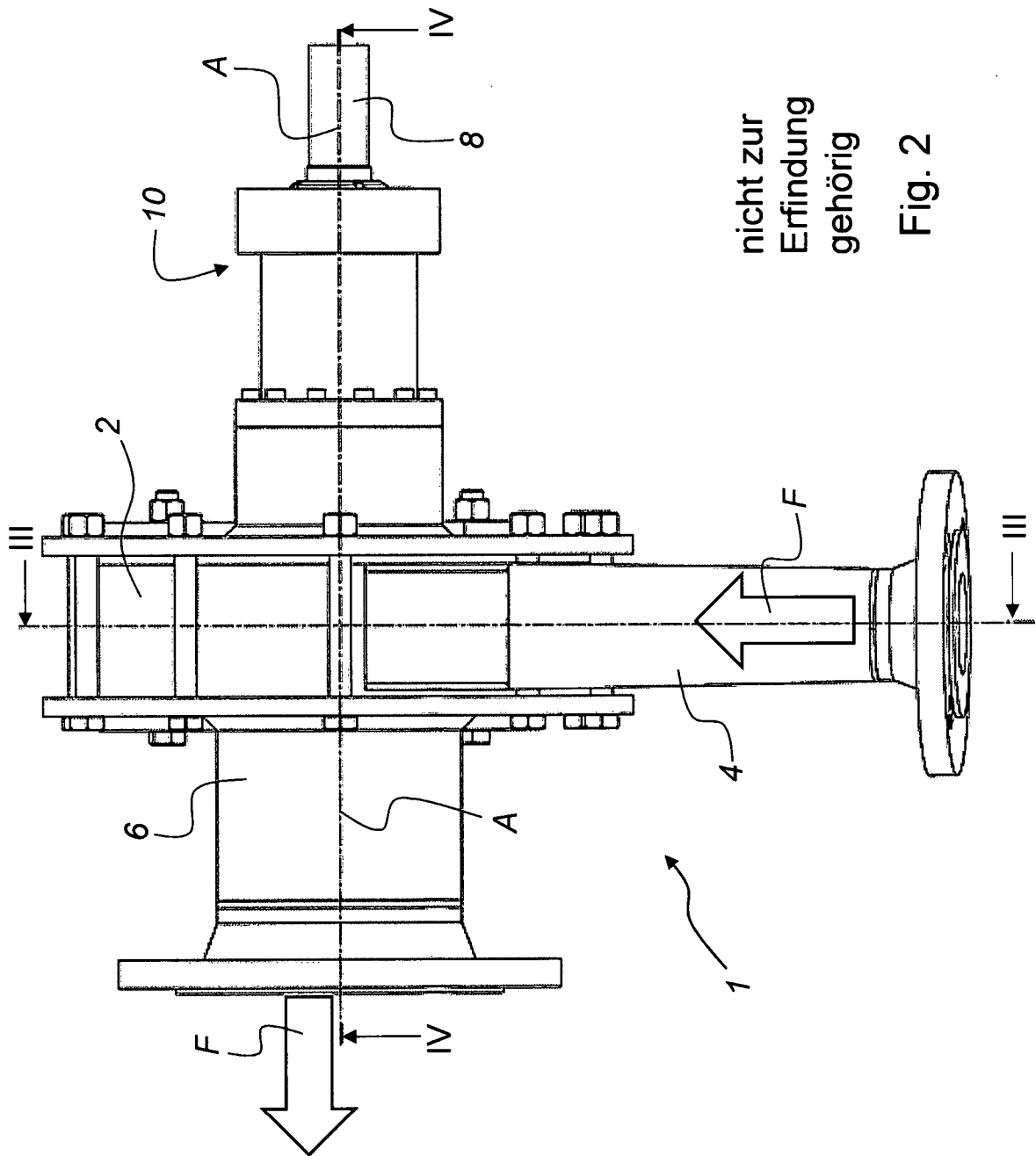
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



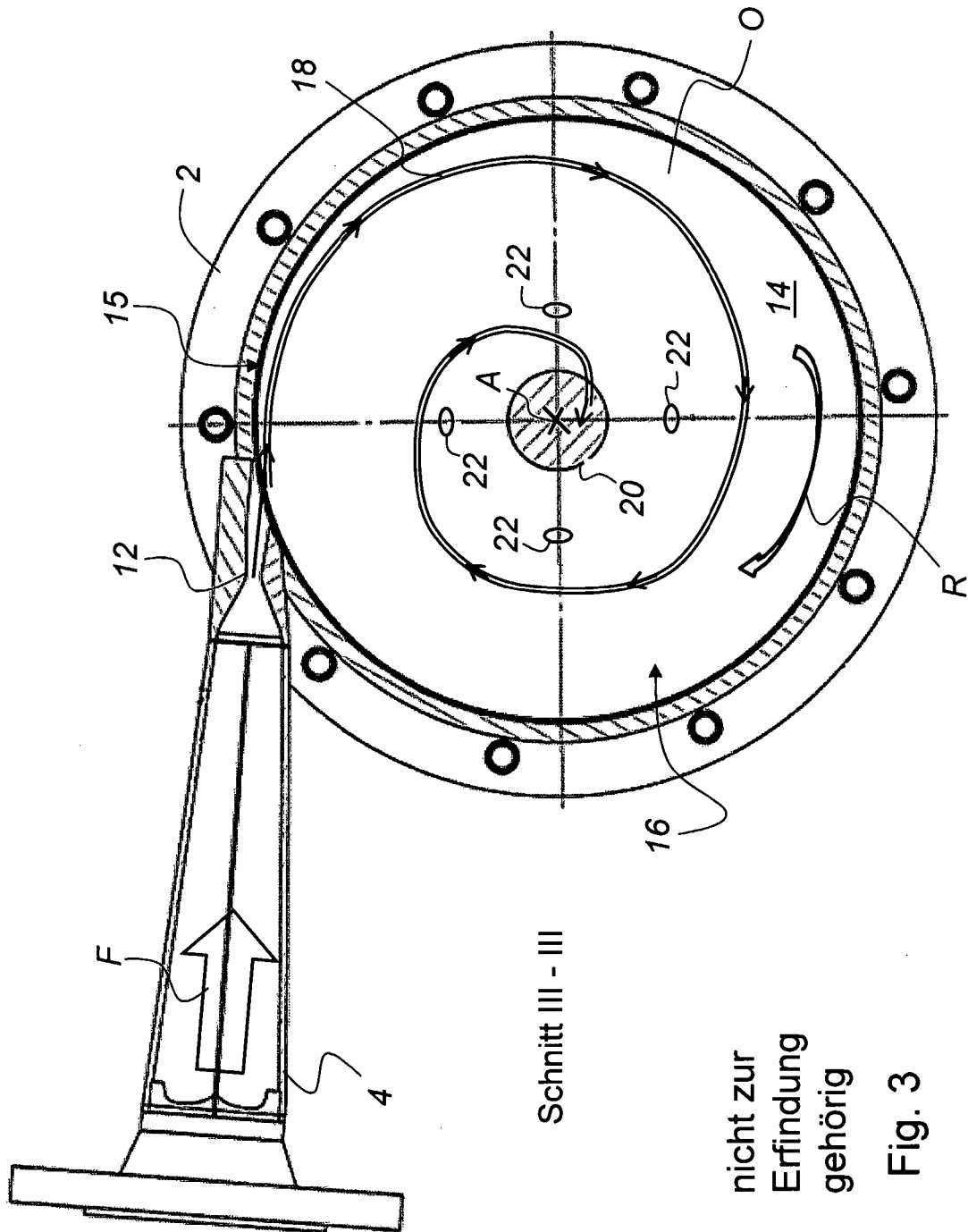
nicht zur
Erfindung
gehörig

Fig. 1



nicht zur
Erfindung
gehörig

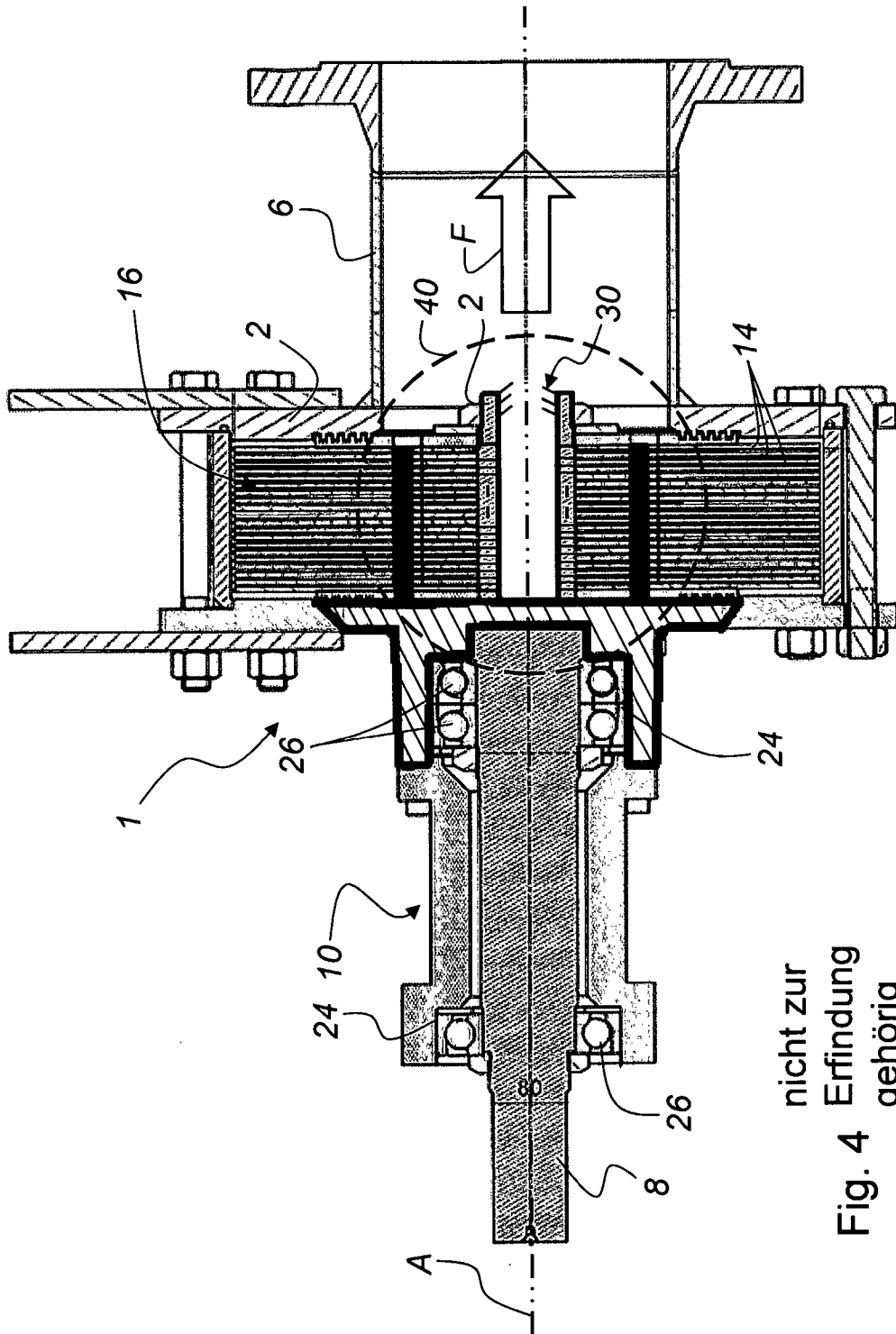
Fig. 2



Schnitt III - III

nicht zur
Erfindung
gehörig

Fig. 3



nicht zur
Fig. 4 Erfindung
gehörig

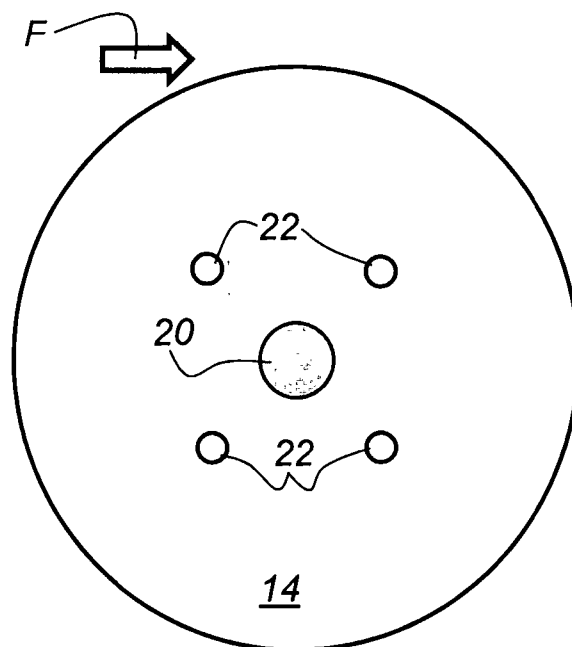


Fig. 5

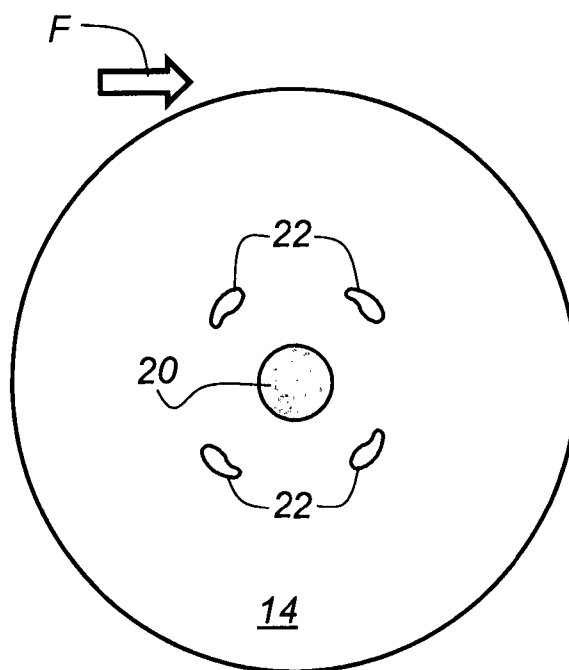
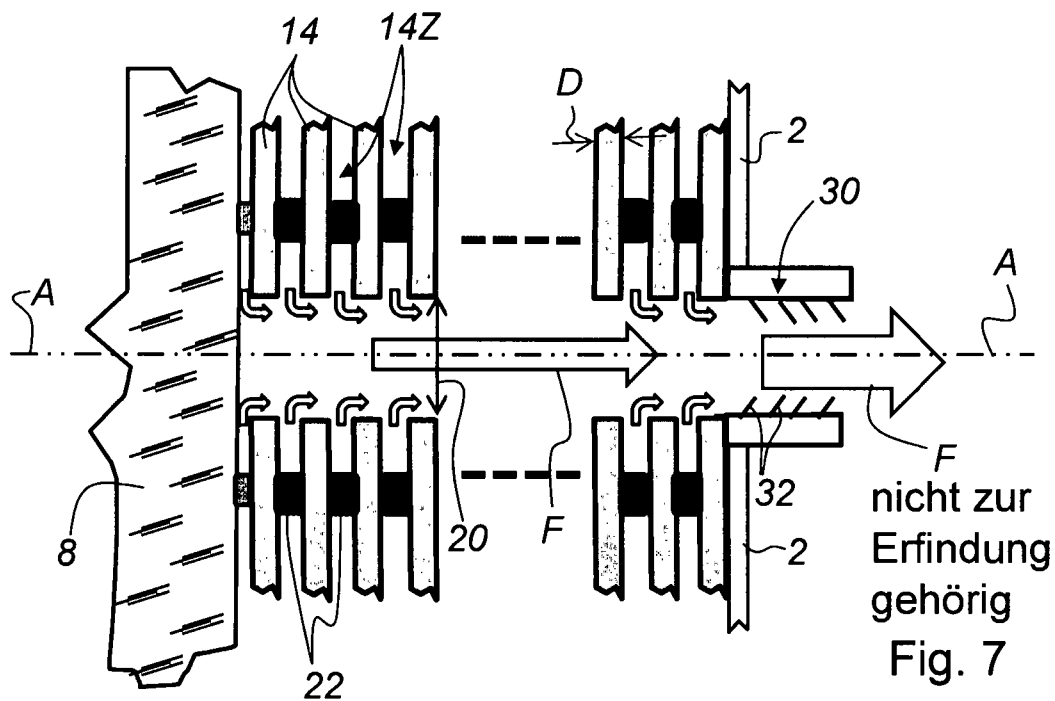


Fig. 6



F nicht zur Erfindung gehörig
Fig. 7

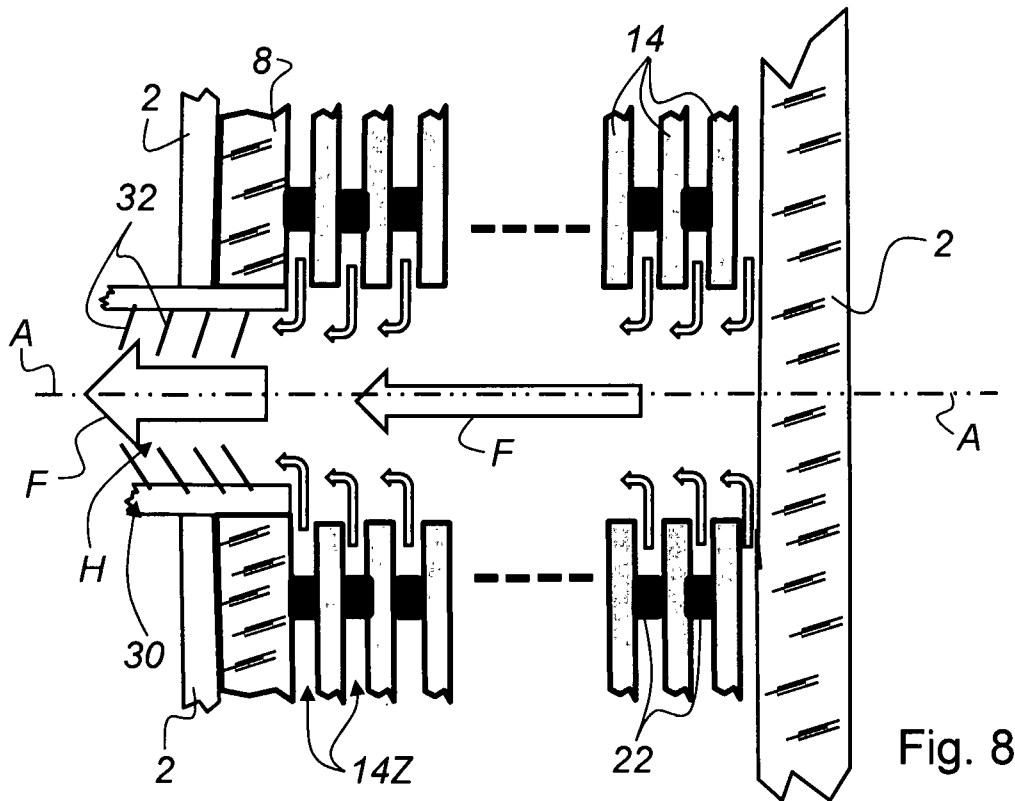


Fig. 8