

(19)



(11)

**EP 4 036 378 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.08.2022 Patentblatt 2022/31**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F01D 17/16** (2006.01) **F01D 5/04** (2006.01)  
**F04D 17/10** (2006.01) **F04D 29/44** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21153967.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F01D 17/162; F01D 5/043; F01D 5/048; F03B 3/02;**  
**F05D 2250/241**

(22) Anmeldetag: **28.01.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

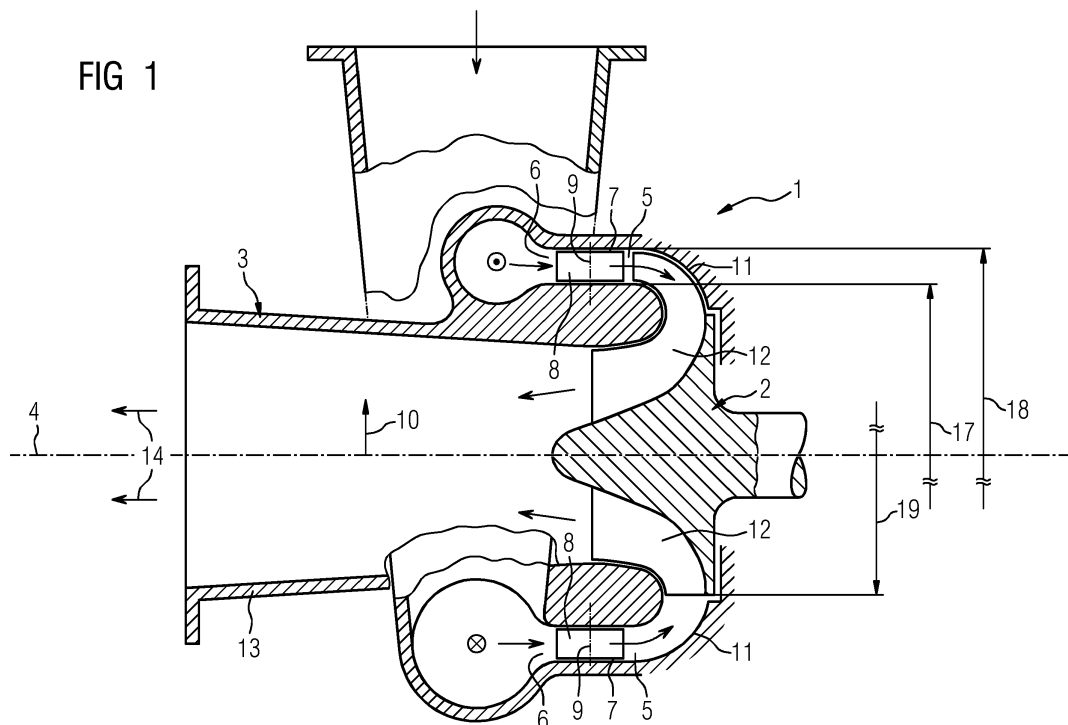
(71) Anmelder: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**  
**81739 München (DE)**

(72) Erfinder: **Jonen, Werner**  
**47051 Duisburg (DE)**

**(54) STRÖMUNGSMASCHINE, INSBESONDERE RADIALEXPANDER**

(57) Strömungsmaschine (1) umfassend einen um eine Rotationsachse (4) drehbar gelagerten Rotor (2), wobei der Rotor Laufschaufeln (12) umfasst, ferner einen um den Rotor angeordneten Stator (3), wobei im Stator (3) ein Zuströmbereich (6) zum Zuströmen eines Strömungsmediums ausgebildet ist, derart dass ein Strömungseingangskanal (7) entsteht, indem eine Strömung des Strömungsfluides parallel zur Rotationsachse (4) verläuft, wobei der Stator ferner einen Umlenkbereich (11) aufweist, in dem das Strömungsmedium aus einer

axialen in eine radiale Richtung (10) zur Rotationsachse (4) hin umlenkbar ist, wobei zwischen dem Rotor und dem Stator ein Strömungsbereich (5) ausgebildet ist, ab dem die Energie des Strömungsmediums in eine Rotationsenergie des Rotors umwandelbar ist, wobei sich ein Diffusor (13) anschließt, so dass das Strömungsmedium axial abströmt, wobei im Strömungseingangskanal (7) verstellbare Düsengitterleitschaufeln (8) angeordnet sind, deren Schwenkachse (9) parallel zur radialen Richtung (10) verläuft.

**FIG 1****EP 4 036 378 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine umfassend einen um eine Rotationsachse drehbar gelagerten Rotor, wobei der Rotor Laufschaufeln umfasst, ferner einen um den Rotor angeordneten Stator, wobei im Stator ein Zuströmbereich zum Zuströmen eines Strömungsmediums ausgebildet ist, wobei der Zuströmbereich derart ausgebildet ist, dass ein Strömungseingangskanal entsteht, wobei der Strömungseingangskanal derart ausgebildet ist, dass eine Strömung des Strömungsfluides im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse verläuft, wobei der Stator ferner einen Umlenkbereich aufweist, in dem das Strömungsmedium aus einer axialen Richtung in eine radiale Richtung zur Rotationsachse hin umlenkbar ist, wobei zwischen dem Rotor und dem Stator ein Strömungsbereich ausgebildet ist, wobei in dem Strömungsbereich die Energie des Strömungsmediums in eine Rotationsenergie des Rotors umwandelbar ist, wobei nach dem Strömungsbereich ein Diffusorbereich anschließt, der derart ausgebildet ist, dass das Strömungsmedium im Wesentlichen axial abströmt.

**[0002]** Strömungsmaschinen, beispielsweise Getriebemaschinen, insbesondere Heißgasexpander der eingangs genannten Art zeichnen sich durch eine Mehrwellenanordnung mit unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeiten um ein zentrales Antriebsrad aus. Hierdurch wird eine kompakte Einheit für eine mehrstufige Verdichtung/Expansion für eine Vielzahl von Medien, vorzugsweise von gasförmigen Medien zur Verfügung gestellt.

**[0003]** Derartige Getriebemaschinen expandieren das Medium, welches eine Eintrittstemperatur von bis zu 300°C oder in einer bevorzugten Ausführung eine Eintrittstemperatur über 300°C aufweisen kann. Bei einer Medieneintrittstemperatur von mehr als 300°C spricht man auch von so genannten Heißgasexpandern.

**[0004]** Diese Heißgasexpander weisen mindestens ein Einlaufgehäuse auf, in dem der Spiraleinsatz angeordnet ist. Der Spiraleinsatz trägt einen verstellbaren Eintrittsleitapparat, der einen Stelling, Leitschaufeln und Bolzen aufweist, wobei die Bolzen als Drehachse zum Einstellen der Leitschaufeln dienen.

**[0005]** Das globale Marktumfeld fordert kostengünstigere Turbomaschinen. Nach dem Stand der Technik bekannte Radialturbinen bzw. strömungsführenden Komponenten darin wurden mit Blick auf möglichst hohe Effizienz entwickelt und gebaut. Um deutliche Kostensenkungen zu erreichen, müssen die einzelnen Turbinenstufen bzw. die gesamte Radialturbine für die geforderte Entspannungsaufgabe wesentlich kompakter gestaltet werden. Dabei kommt es vor allen Dingen darauf an, den benötigten Bauraum der Stufe bzw. der Turbine deutlich zu reduzieren.

**[0006]** Um eine möglichst hohe spezifische Druckentspannung in einer Radial-Turbine, insbesondere einer Prozessgas-Radial-Turbine bei gleichzeitig akzeptablem Wirkungsgrad zu erreichen, werden 90°-Radiallaufräder (rein radiale Schaufeln am Laufradauflanddurch-

messer) eingesetzt. Stromauf des Radiallaufrades (zentripetal angeströmt und axial in einen konischen Axialdiffusor abströmend) wird die Strömung durch ein radiales, beschauftes Düsengitter geführt, welches eine vergleichsweise große radiale Erstreckung aufweist. Davor schließt sich stromauf ein symmetrisches Sammelgehäuse mit entsprechend notwendigen großen Strömungsquerschnitten an.

**[0007]** Insgesamt führt somit der strömungstechnisch erforderliche Bauraum zu großen radialen Stufenabmessungen, die zu vergleichsweise hohen Kosten führen.

**[0008]** An dieser Stelle setzt die Erfindung an, wobei es Aufgabe der Erfindung ist, eine Strömungsmaschine anzugeben, die kostengünstiger ausgebildet werden kann.

**[0009]** Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Strömungsmaschine umfassend einen um eine Rotationsachse drehbar gelagerten Rotor, wobei der Rotor Laufschaufeln umfasst, ferner einen um den Rotor angeordneten Stator, wobei im Stator ein Zuströmbereich zum Zuströmen eines Strömungsmediums ausgebildet ist, wobei der Zuströmbereich derart ausgebildet ist, dass ein Strömungseingangskanal entsteht, wobei der Strömungseingangskanal derart ausgebildet ist, dass eine Strömung des Strömungsfluides im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse verläuft, wobei der Stator ferner einen Umlenkbereich aufweist, in dem das Strömungsmedium aus einer axialen Richtung in eine radiale Richtung zur Rotationsachse hin umlenkbar ist, wobei zwischen dem Rotor und dem Stator ein Strömungsbereich ausgebildet ist, wobei in dem Strömungsbereich die Energie des Strömungsmediums in eine Rotationsenergie des Rotors umwandelbar ist, wobei nach dem Strömungsbereich ein Diffusorbereich anschließt, der derart ausgebildet ist, dass das Strömungsmedium im Wesentlichen axial abströmt, wobei im Strömungseingangskanal Düsengitterleitschaufeln angeordnet sind, wobei die Düsengitterleitschaufeln um eine Schwenkachse ausgebildet sind, wobei die Schwenkachse im Wesentlichen parallel zu einer zur Rotationsachse bezogenen radialen Achse verläuft.

**[0010]** Die Schwenkachse kann auch als Drehachse bezeichnet werden.

**[0011]** Es wird somit vorgeschlagen ein neuartiges Radiallaufrad auszubilden, das in einem Meridianschnitt eine axiale An- und Abströmung zeigt.

**[0012]** Dadurch kann der radial erforderliche Bauraum der Strömungsmaschine reduziert werden.

**[0013]** Das Laufrad kann auch wie ein klassisches Laufrad ausgebildet sein, wobei das Laufrad dann derart ausgebildet ist, dass die Umlenkung aus der radialen in die axiale Richtung erfolgt.

**[0014]** Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, stromauf des Laufrades Düsengitterleitschaufeln mit axialer An- und Abströmung vorzusehen. Ein wesentliches Merkmal der Erfindung ist die Verstellbarkeit der Düsengitterleitschaufeln.

**[0015]** Die verstellbaren Düsengitterleitschaufeln er-

möglichen bei einer konstanten Drehzahl der Turbinenstufe die Regelung sowohl des Durchsatzes als auch der Druckentspannung bei möglichst hoher Turbineneffizienz.

**[0016]** Aus strömungstechnischer Sicht sind die zur Verstellung notwendigen radialen Spalte ober- und unterhalb der axialen Düsengitterleitschaufeln so klein wie möglich und nur so groß wie nötig auszuführen, da die auftretenden Spaltströmungen Druckverluste und somit eine Reduktion des Turbinenwirkungsgrades bewirken.

**[0017]** Da die Strömungsgeschwindigkeiten gerade am Austritt des Düsengitters typischerweise Schallnähe erreichen, können große Betriebsspalte an den Düsengitterleitschaufeln immense Wirkungsgradreduktionen der Turbinenstufe von mehreren Prozentpunkten bewirken. Da sich die Schaufelprofile bei Verstellung (Drehung um die radiale Schaufelachse) zwischen einer unteren und oberen Zylinderfläche (entsprechend Gehäuseinnen- und Gehäuseaußen-Durchmesser) bewegen müssen, ist zur Einhaltung eines konstanten, möglichst kleinen Radialspaltes eine kugelförmige Ausbildung der Konturen von Schaufeln und Gehäuse (auf Ober- und Unterseite) vorzusehen.

**[0018]** Das der Erfindung zugrundeliegende Konzept der axialen An- und Abströmung der verstellbaren Düsengitterleitschaufeln ermöglicht eine ultra-kompakte Bauweise der Radialturbinenstufe. Die besondere kugelförmige Konturbeschreibung ober- und unterhalb der axialen Leitgitterschaufeln (Gehäuse und Schaufeln) bewerkstelligt minimale Radialspalte im gesamten Verstellbereich und damit minimale Spalte und Wirkungsgradverluste.

**[0019]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0020]** Die Begriffe axial, radial, tangential, Umfangsrichtung und ähnliche sind vorliegend - wenn nicht anders angegeben - jeweils auf die zentrale Achse bezogen, um die sich die Strömungsführung ringförmig erstreckt. Diese Achse ist bei einer Radialturbomaschine bzw. bei einem Verdichter auch die Rotationsachse eines Rotors bzw. der Welle mit den Laufrädern. Die Strömungsführung lenkt das Prozessfluid bogenförmig um, so dass bezüglich der Umlenkung der Begriff "radial" sich nicht auf die zentrale Achse bezieht, sondern auf die Biegung bzw. Krümmung der Umlenkung selbst.

**[0021]** Ein zu führendes Prozessfluid ist in der Regel das Strömungsfluid, das von der entsprechenden Strömungsmaschine befördert wird oder das dem Betrieb der Strömungsmaschine im Wesentlichen als Antrieb oder Abtrieb dient. Das zu führende Prozessfluid ist hierbei das Medium, das hauptsächlich entweder signifikant technische Arbeit abgibt oder aufnimmt.

Unter dem Begriff "in einem Betrieb" versteht die Erfindung den Zustand des Betriebs der entsprechenden Maschine bzw. Strömungsmaschine, währenddessen sich beispielsweise der Rotor der Strömungsmaschine dreht und eine Übertragung von technischer Arbeit auf das Strömungsfluid oder von dem Strömungsfluid fort erfolgt.

**[0022]** Unter einer Laufschaufel versteht die Erfindung eine rotierende Beschaufelung. Eine derartig rotierende Beschaufelung kann als ein Laufrad ausgebildet sein, das beispielsweise auf eine Welle aufgeschraubt ist. Alternativ ist es möglich, dass die Laufstufe aus einzelnen Schaufeln besteht, die entweder an einer Welle eines Rotors angebracht sind oder sogar einstückig mit dem Rotor bzw. der Welle ausgebildet sind.

**[0023]** Unter einer Leitschaufel versteht die Erfindung eine statische Beschaufelung. Eine derartig statische Beschaufelung kann als ein Leitschaufelkranz ausgebildet sein, das beispielsweise auf dem Innenbereich eines Gehäuses angebracht ist.

**[0024]** Im Folgenden ist die Erfindung anhand spezieller Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert.

**[0025]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

**[0026]** Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0027]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben. Diese sollen die Ausführungsbeispiele nicht maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der in der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

**[0028]** Es zeigen:

- Figur 1:** eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Strömungsmaschine mit zwei Varianten für das Laufrad,
- Figur 2:** eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine aus Figur 1,
- Figur 3:** eine Seitenansicht in Blickrichtung III aus Figur 1.

**[0029]** Die Figur 1 zeigt einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Strömungsmaschine 1. Die Strömungsmaschine 1 umfasst einen um eine Rotationsachse 4 drehbar gelagerten Rotor 2. Um den Rotor 2 ist ein Stator 3 angeordnet. Zwischen dem Stator 3 und dem Rotor 2 ist ein Strömungskanal 5 ausgebildet.

**[0030]** Des Weiteren umfasst die Strömungsmaschine 1 einen im Stator 3 angeordneten Zuströmbereich 6, das zum Zuströmen eines Strömungsmediums im Betrieb ausgebildet ist.

**[0031]** Im Betrieb strömt in den Zuströmbereich 6 ein Strömungsmedium.

**[0032]** Nach dem Zuströmbereich 6 strömt das Strömungsmedium durch einen Strömungseingangskanal 7. Die Strömung des Strömungsmediums erfolgt hier im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse 4, d.h. die Strömung erfolgt im Wesentlichen axial.

**[0033]** In dem Strömungseingangskanal 7 sind Düsengitterleitschaufeln 8 angeordnet. Die Düsengitterleitschaufeln 8 sind um eine Schwenkachse 9 ausgebildet, wobei die Schwenkachse 9 im Wesentlichen parallel zu einer zur Rotationsachse 4 bezogenen radialen Achse 10 verläuft.

**[0034]** Nach Durchströmung der Düsengitterleitschaufeln 8 strömt das Strömungsmedium in einen Umlenkbereich 11, in der die Strömungsrichtung des Strömungsmediums von axial in radial umgelenkt wird.

**[0035]** Im Umlenkbereich 11 strömt das Strömungsmedium entlang von auf dem Rotor 2 angeordneten Laufschaufeln 12. Die Laufschaufeln 12 sind dabei auf der Rotoroberfläche des Rotors 2 angeordnet. Die Laufschaufeln 12 sind dabei derart geformt, dass sie im Wesentlichen der Geometrie des Umlenkbereiches 11 folgen. Ab etwa der radialen Strömung wird das Strömungsmedium durch den Rotor 2 mit den Laufschaufeln 12 wieder in die axiale Richtung (parallel zur Rotationsachse) umgelenkt. In der gesamten Beschauelung 12 wird die Energie des Strömungsmediums in eine Rotationsenergie des Rotors 2 umgewandelt. Der Rotor 2 führt dadurch eine Rotation aus.

**[0036]** Der Bereich des Rotors 2 mit den Laufschaufeln 12 wird auch als Laufrad bezeichnet. In Figur 1 ist ein offenes Laufrad dargestellt.

**[0037]** Mehrere über den Umfang des Rotors 2 verteilte Laufschaufeln 12 bilden demnach ein Laufrad. Eine andere Bezeichnung für das Laufrad ist Impeller.

**[0038]** Die Figur 1 zeigt zwei Varianten eines Laufrades. In der oberen Hälfte der Figur 1 ist eine erste Variante des Laufrades und der dort ausgeführten Laufschaufel 12 zu sehen. Die Laufschaufel 12 folgt hierbei dem Umlenkbereich 11.

**[0039]** In der zweiten Variante, die in der unteren Hälfte zu sehen ist, werden die Laufschaufeln 12 derart ausgebildet, dass dadurch ein klassisches Radiallaufrad entsteht. Das bedeutet, dass die Laufschaufel 12 nur bis zum Umlenkbereich 13 ausgebildet ist und dadurch einen kürzeren Radius 19 aufweist.

**[0040]** Wie in Figur 1 zu sehen, erfolgt eine Umlenkung des Strömungsmediums aus der axialen Richtung in die axiale Gegenrichtung. Der radiale Bauraum der Strömungsmaschine kann dadurch deutlich verringert werden.

**[0041]** Nach dem Laufrad strömt das Strömungsmedium durch einen Diffusor 13 und von dort aus der Strömungsmaschine in nicht näher dargestellter Weise heraus.

**[0042]** In der Figur 1 ist die Strömungsrichtung durch Pfeile 14 dargestellt.

**[0043]** Stromauf des Zuströmbereiches 6 ist das Eintrittsgehäuse spiralförmig ausgebildet, so dass das Strö-

mungsmedium in Umfangsrichtung gleichmäßig in den Zuströmbereich 6 einströmt.

**[0044]** Das Strömungsmedium wird im Zuströmbereich 6 schließlich in die axiale Richtung in Richtung der Düsengitterleitschaufeln 8 geführt.

**[0045]** Die Düsengitterleitschaufeln 8 sind um eine Schwenkachse 9 schwenkbar oder drehbar ausgebildet, so dass die verstellbaren Düsengitterleitschaufeln 8 es ermöglichen, bei einer konstanten Drehzahl der Turbinenstufe sowohl den Durchsatz als auch die Druckentspannung bei möglichst hoher Turbineneffizienz zu regeln. Die Schwenkachse 9 kann auch als Drehachse bezeichnet werden.

Um eine möglichst effiziente Verstellung zu gewährleisten sind die notwendigen Spalte zwischen Schaufel 8 und Stator 3 möglichst klein und im Verstellbereich konstant zu realisieren.

**[0046]** Die Figur 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt einer Düsengitterleitschaufel 8 aus der Figur 1. Die Düsengitterleitschaufel 8 ist auf der Ober- und Unterseite mit einer Oberfläche versehen, die kugelförmig ausgebildet ist, die mit einem Radius 15 (identisch mit Radius 17) und einem weiteren Radius 16 (identisch mit 18) beschrieben werden kann. Die innere Oberfläche des Stators 3 ist im Bereich der Schaufel ebenfalls kugelförmig und mit dem Radius 15 und dem Radius 16 beschreibbar.

**[0047]** Die Figur 3 zeigt eine Ansicht (entgegengesetzt zur Strömungsrichtung gesehen) des Strömungskanals 5 im Bereich des Strömungseingangskanals 7. Wie in der Figur 3 zu sehen ist, wird der Strömungskanal 5 ebenfalls mit einem Radius 17 ausgeführt, wobei der Radius 17 einen inneren Radius 17 darstellt. Die äußere Kontur des Strömungskanals wird durch einen äußeren Radius 18 ausgeführt. (Es gilt: Eine Kante der Laufschaufel 12 entspricht Radius  $17 + \Delta r$  20 und die gegenüberliegende Kante entspricht Radius  $18 - \Delta r$  20).

**[0048]** Der Radius 17 ist mit dem Radius 15 identisch. Der Radius 18 ist mit dem Radius 16 identisch.

**[0049]** Der Rotor 2 rotiert hierbei mit einer Frequenz  $\omega$  um die Rotationsachse 4.

**[0050]** Die Strömungsmaschine 1 kann als Radial-Turbine ausgebildet sein.

**[0051]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (1) umfassend einen um eine Rotationsachse (4) drehbar gelagerten Rotor (2), wobei der Rotor (2) Laufschaufeln (12) umfasst, ferner einen um den Rotor (2) angeordneten Stator (3), wobei im Stator (3) ein Zuströmbereich (6) zum

Zuströmen eines Strömungsmediums ausgebildet ist,

wobei der Zuströmbereich (6) derart ausgebildet ist, dass ein Strömungseingangskanal (7) entsteht, wobei der Strömungseingangskanal (7) derart ausgebildet ist, dass eine Strömung des Strömungsfluides im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse (4) verläuft, 5

wobei der Stator (3) ferner einen Umlenkbereich (11) aufweist, in dem das Strömungsmedium aus einer axialen Richtung in eine radiale Richtung (10) zur Rotationsachse (4) hin umlenkbar ist, 10

wobei zwischen dem Rotor (2) und dem Stator (3) ein Strömungsbereich (5) ausgebildet ist, wobei ab dem Strömungsbereich (5) die Energie des Strömungsmediums in eine Rotationsenergie des Rotors (2) umwandelbar ist, wobei nach dem Strömungsbereich (5) ein Diffusor (13) anschließt, der derart ausgebildet ist, dass das Strömungsmedium im Wesentlichen axial abströmt, 15 20

wobei im Strömungseingangskanal (7) Düsengitterleitschaufeln (8) angeordnet sind,

wobei die Düsengitterleitschaufeln (8) um eine Schwenkachse (9) ausgebildet sind, wobei die Schwenkachse (9) im Wesentlichen parallel zu einer zur Rotationsachse (4) bezogenen radialen Achse verläuft. 25

2. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 1, wobei die Düsengitterleitschaufeln (8) derart ausgebildet sind, dass ein Durchsatz des Strömungsmediums regelbar ist. 30
3. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Düsengitterleitschaufeln (8) derart ausgebildet sind, dass eine Druckentspannung des Strömungsmediums regelbar ist. 35
4. Strömungsmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei stromauf des Zuströmbereich (6) das Eintrittsgehäuse ( ) spiralförmig ausgebildet ist. 40
5. Strömungsmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Düsengitterleitschaufeln (8) in Umfangsrichtung angeordnet sind. 45
6. Strömungsmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Stator (3) im Strömungseingangskanal (7) und die Düsengitterleitschaufeln (8) abschnittsweise kugelförmig ausgebildet sind. 50
7. Strömungsmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strömungsmaschine (1) als Radial-Turbine ausgebildet ist. 55

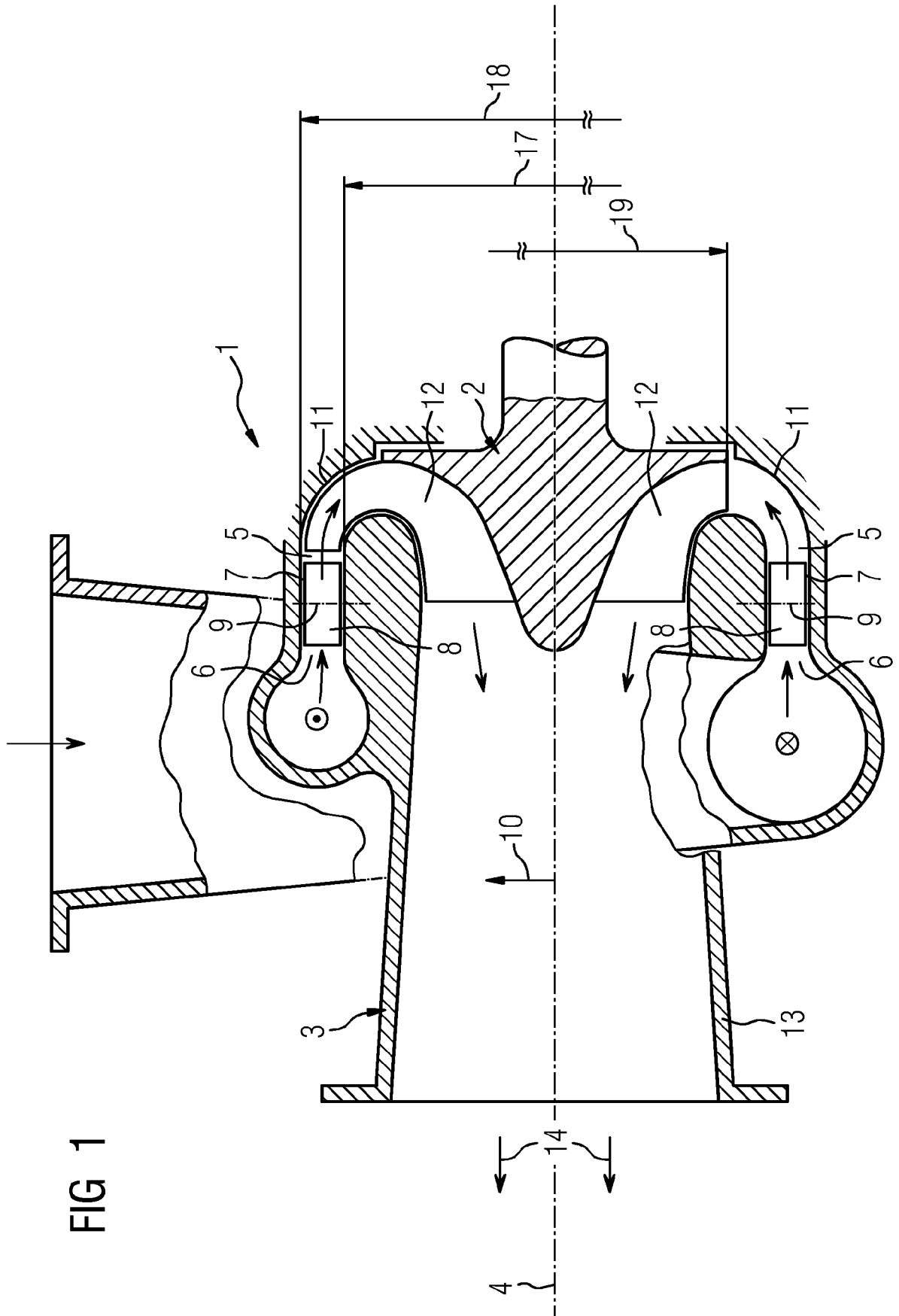


FIG 3

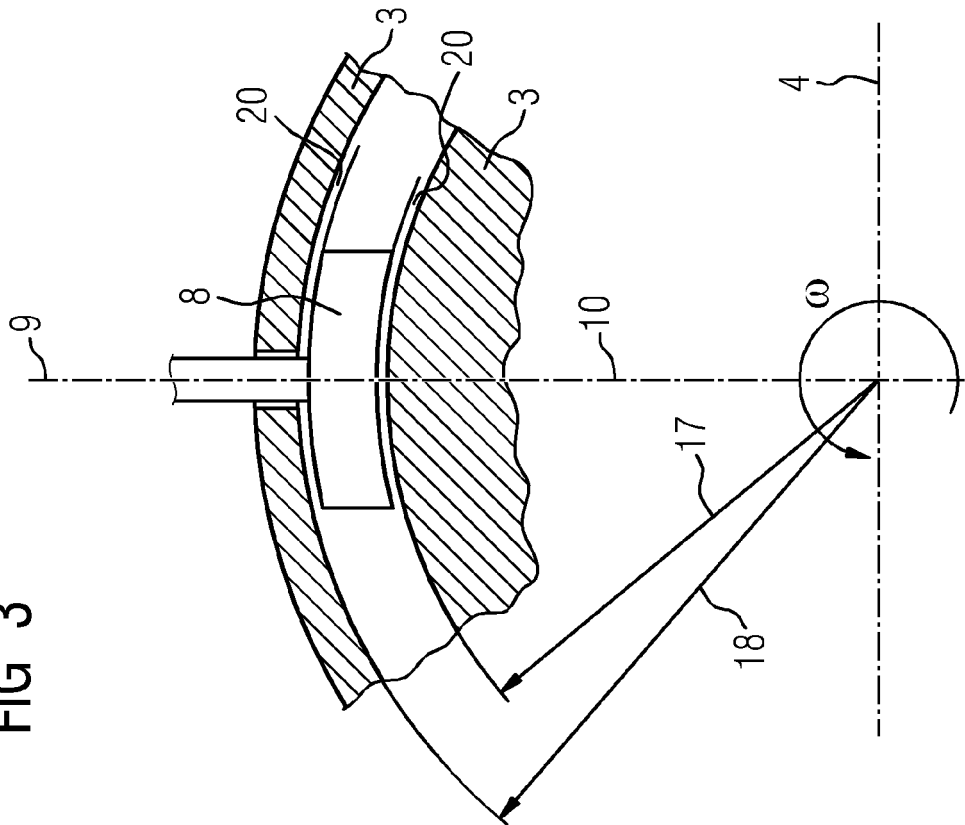
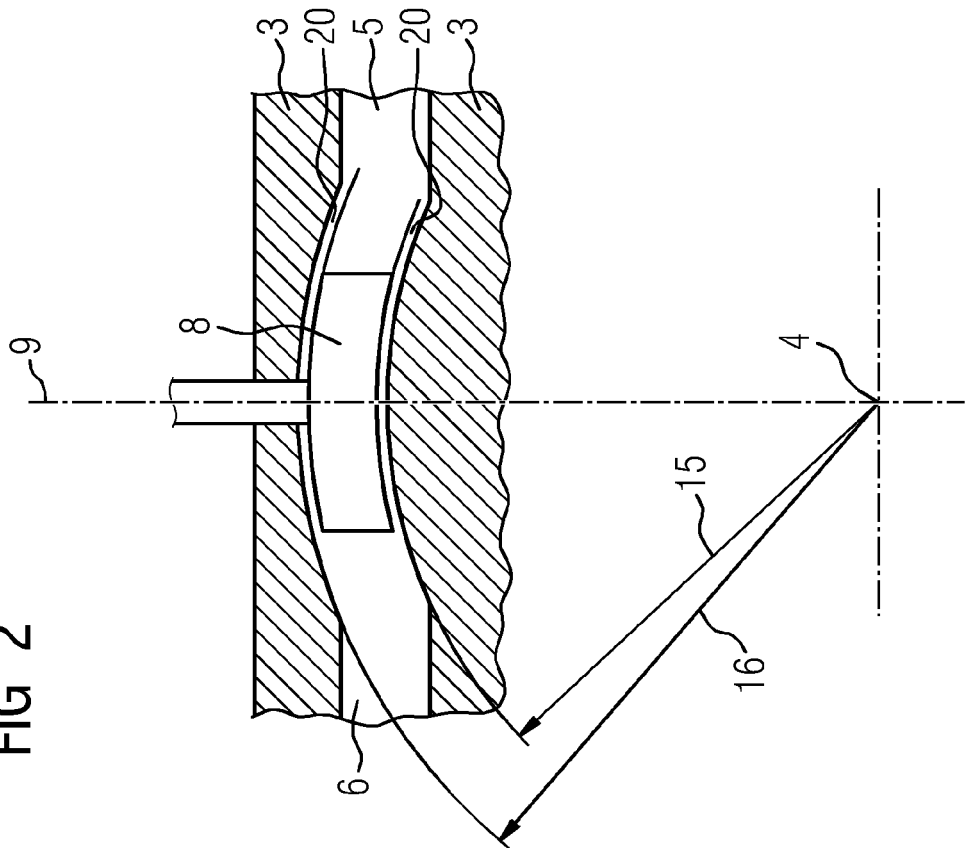


FIG 2



5

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                       | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 4 821 506 A (RODGERS COLIN [US])<br>18. April 1989 (1989-04-18)                                                                        | 1-3,5,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | INV.<br>F01D17/16<br>F01D5/04<br>F04D17/10<br>F04D29/44 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 3, Zeile 60;<br>Abbildungen 1,2 *                                                                           | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | GB 743 782 A (POWER JETS RES & DEV LTD)<br>25. Januar 1956 (1956-01-25)                                                                   | 1-6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Seite 2; Abbildungen 1,2 *                                                                                                              | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 10 2013 021558 A1 (DAIMLER AG [DE])<br>24. Juli 2014 (2014-07-24)<br>* Absätze [0058] - [0082]; Abbildungen 8,13 *                     | 1-5,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 3 365 892 A (GEORGE DERDERIAN)<br>30. Januar 1968 (1968-01-30)<br>* Spalten 3,4; Abbildungen 1,2 *                                     | 1-3,5,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br><br>F01D<br>F04D     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 10 2011 119879 A1 (IHI CHARGING SYSTEMS INT GMBH [DE]) 6. Juni 2013 (2013-06-06)<br>* Absätze [0019], [0024], [0040];<br>Abbildung 2 * | 1-3,5-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                         |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br>6. Juli 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfer<br>Koch, Rafael                                  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                           | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                         |



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 15 3967

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-07-2021

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 4821506 A                                       | 18-04-1989                    | DE 3830784 A1                     | 20-04-1989                    |
|                                                    |                               | JP H01116252 A                    | 09-05-1989                    |
|                                                    |                               | US 4821506 A                      | 18-04-1989                    |
| GB 743782 A                                        | 25-01-1956                    | KEINE                             |                               |
| DE 102013021558 A1                                 | 24-07-2014                    | KEINE                             |                               |
| US 3365892 A                                       | 30-01-1968                    | KEINE                             |                               |
| DE 102011119879 A1                                 | 06-06-2013                    | CN 103958837 A                    | 30-07-2014                    |
|                                                    |                               | DE 102011119879 A1                | 06-06-2013                    |
|                                                    |                               | EP 2785982 A1                     | 08-10-2014                    |
|                                                    |                               | JP 5947393 B2                     | 06-07-2016                    |
|                                                    |                               | JP 2014534378 A                   | 18-12-2014                    |
|                                                    |                               | US 2014248134 A1                  | 04-09-2014                    |
|                                                    |                               | WO 2013079137 A1                  | 06-06-2013                    |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82