



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.2020 Patentblatt 2020/20

(51) Int Cl.:
F04D 29/44^(2006.01) F04D 29/68^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18205163.1**

(22) Anmeldetag: **08.11.2018**

(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: **ABB Turbo Systems AG**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Mundinger, Gerd**
5430 Wettingen (CH)

(74) Vertreter: **Zimmermann & Partner**
Patentanwälte mbB
Postfach 330 920
80069 München (DE)

(54) **BESCHAUFELTE DIFFUSORANORDNUNG FÜR EINEN RADIALVERDICHTER**

(57) Die Erfindung betrifft eine beschauelte Diffusorordnung (20) für einen Radialverdichter. Die beschauelte Diffusorordnung (20) umfasst einen Diffusorkanal (25) mit mehreren, in Umfangsrichtung verteilt, im Diffusorkanal (25) angeordnete Leitschaufeln (21). Der Diffusorkanal (25) wird von einem ersten Seitenwandelement mit einer ersten Rotationsfläche (23) und einem zweiten Seitenwandelement mit einer zweiten Rotationsfläche (24) gebildet. In mindestens einer der ers-

ten Rotationsfläche (23) und der zweiten Rotationsfläche (24) sind mehrere Vertiefungen (26) ausgebildet, die jeweils zumindest teilweise zwischen benachbarten Leitschaufeln (21) angeordnet sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer beschauelten Diffusorordnung für einen Radialverdichter, einen Radialverdichter mit einer beschauelten Diffusorordnung im Abströmbereich des Radialverdichters, sowie einen Abgasturbolader mit einem Radialverdichter.

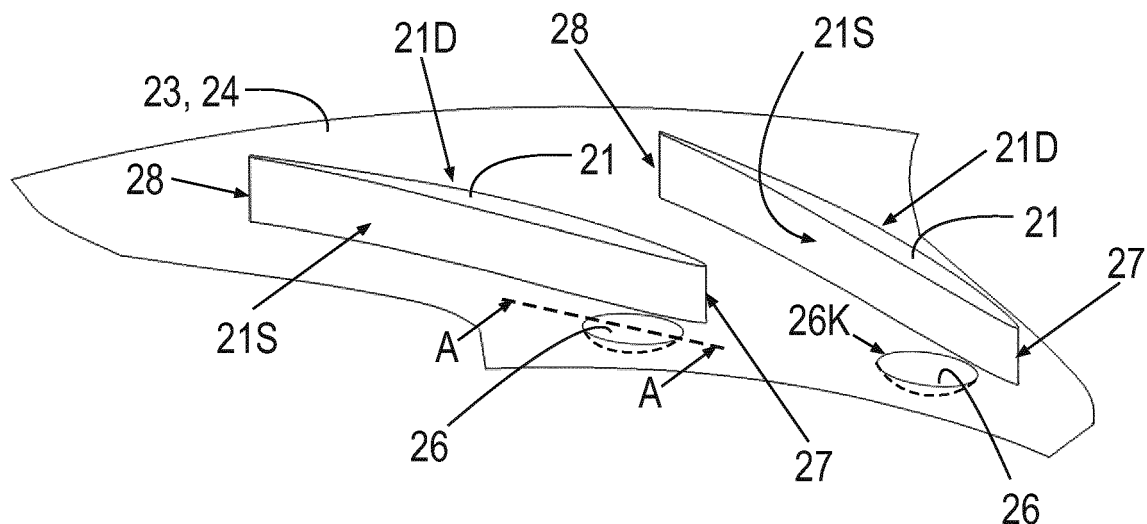


Fig. 3

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Abgasturbolader für aufgeladene Brennkraftmaschinen. Insbesondere betrifft die Erfindung eine beschauelte Diffusoranordnung für einen Radialverdichter eines derartigen Abgasturboladers. Ferner betrifft die Erfindung einen Abgasturbolader mit einer beschauelten Diffusoranordnung im Abströmbereich des Radialverdichters. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für eine beschauelte Diffusoranordnung für einen Radialverdichter.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] In modernen Abgasturboladern werden zur Erhöhung des Ansaugdrucks des Motors in der Regel einstufige Radialverdichter mit beschauelten Diffusoren stromabwärts des Verdichterrades eingesetzt. Das Verdichterrad des Radialverdichters erteilt dem eintretenden Luftstrom eine Drehbewegung, wodurch sich infolge der Fliehkräfte ein Druckfeld mit nach radial außen hin zunehmendem Druck aufbaut. Die stets verhältnismäßig hohe Austrittsgeschwindigkeit des Luftstroms aus dem Verdichterrad verlangt eine Verzögerung im Diffusor um die Strömungsgeschwindigkeiten in dem spiralförmigen Sammelraum tief zu halten, wodurch die Wandreibungsverluste abnehmen und der Wirkungsgrad der Verdichterstufe insgesamt verbessert wird. Der Diffusor des Radialverdichters, auch Radialdiffusor genannt, wird dabei in der Regel als parallelwandiger Ringraum ausgestaltet. Dieser Ringraum schließt sich radial an den Verdichterrad-Austritt an.

[0003] Wichtige Parameter des Radialdiffusors sind die engste Querschnittfläche (Throat) zwischen zwei benachbarten Leitschaufeln, das Flächenverhältnis Kanalaustritt/ Kanaleintritt (AR) und das Verhältnis von Kanallänge und Eintrittsweite (LWR). Im Diffusor nimmt die Fläche A in Strömungsrichtung mit zunehmendem Radius r nach radial außen hin zu ($A=2\pi r \cdot b$, b=Breite). Durch Seitenwanddivergenz (in Abweichung von der Parallelität) kann der Diffusorkanal nicht nur zwischen den Schaufeln erweitert werden, sondern auch in Richtung der Seitenwände und so hauptsächlich die Verzögerung im Kanalteil verstärkt werden. Dies führt zu einer stärkeren Verzögerung bei gleicher Baulänge gegenüber parallelwandigen Diffusoren und trägt somit zu einem zusätzlich verbesserten Verdichtervirkungsgrad bei. Die im Diffusor durch Geometrievariation erreichbare Verzögerung bzw. Druckerhöhung für einen gegebenen Betriebspunkt ist jedoch begrenzt, da es bei zu starker Verzögerung zu Strömungsinstabilitäten aufgrund von Grenzschichtablösungen im Diffusor kommt, was sich negativ auf die Verdichter-Kennfeldbreite, den stabilen Betriebsbereich, auswirken kann.

[0004] Es hat sich herausgestellt, dass die aus dem

Stand der Technik bekannten Radialdiffusoren noch hinsichtlich deren Wirkungsgrad, fluiddynamischer Ausgestaltung und Herstellungskosten verbesserungswürdig sind.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Radialdiffusor bereitzustellen, der gegenüber dem Stand der Technik verbessert ist. Insbesondere besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen Radialdiffusor, einen Radialverdichter, und einen Abgasturbolader bereitzustellen, die hinsichtlich Wirkungsgrad, fluiddynamischer Ausgestaltung und Herstellungskosten gegenüber dem Stand der Technik verbessert sind.

[0006] Zur Lösung der obengenannten Aufgabe wird eine beschauelte Diffusoranordnung gemäß dem unabhängigen Anspruch 1, ein Verfahren zum Herstellen einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß dem unabhängigen Anspruch 10, sowie ein Radialverdichter gemäß Anspruch 14 und ein Turbolader gemäß Anspruch 15 bereitgestellt. Weitere Aspekte, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung und den beiliegenden Figuren zu entnehmen.

[0007] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine beschauelte Diffusoranordnung für einen Radialverdichter bereitgestellt. Die beschauelte Diffusoranordnung umfasst einen Diffusorkanal mit mehreren, in Umfangsrichtung verteilt im Diffusorkanal angeordnete Leitschaufeln. Der Diffusorkanal wird von einem ersten Seitenwandelement mit einer ersten Rotationsfläche und einem zweiten Seitenwandelement mit einer zweiten Rotationsfläche gebildet. In mindestens einer der ersten Rotationsfläche und der zweiten Rotationsfläche sind mehrere Vertiefungen ausgebildet, die jeweils zumindest teilweise zwischen benachbarten Leitschaufeln angeordnet sind.

[0008] Somit wird vorteilhafterweise eine beschauelte Diffusoranordnung für einen Radialverdichter bereitgestellt, die gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Radialdiffusoren verbessert ist. Insbesondere wird durch die erfindungsgemäße Diffusoranordnung ein Radialdiffusor mit verbessertem fluiddynamischen Diffusordesign bereitgestellt, welcher vorteilhafterweise einen verbesserten Wirkungsgrad aufweist und zu geringeren Kosten hergestellt werden kann.

[0009] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen einer beschauelten Diffusoranordnung für einen Radialverdichter bereitgestellt. Das Verfahren umfasst ein Herstellen von mehreren in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen in einer ersten Rotationsfläche eines ersten Seitenwandelements eines Diffusorkanals und/oder in einer zweiten Rotationsfläche eines zweiten Seitenwandelements des Diffusorkanals. Zusätzlich umfasst das Verfahren ein Anordnen von mehreren Leitschaufeln jeweils zwischen den in Um-

fangsrichtung verteilten Vertiefungen in der ersten Rotationsfläche des ersten Seitenwandelements und/oder jeweils zwischen den in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen in der zweiten Rotationsfläche des zweiten Seitenwandelements. Ferner umfasst das Verfahren ein Verbinden der mehreren Leitschaufeln mit dem ersten Seitenwandelement über eine erste Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln und mit dem zweiten Seitenwandelement über eine zweite Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln, die der ersten Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln gegenüberliegt.

[0010] Somit wird vorteilhafterweise ein vereinfachtes und damit kostengünstigeres Herstellungsverfahren für einen beschauelte Diffusoranordnung für einen Radialverdichter bereitgestellt.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Radialverdichter bereitgestellt, der eine beschauelte Diffusoranordnung gemäß einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen im Abströmbereich des Radialverdichters umfasst. Somit kann vorteilhafterweise ein verbesserter Radialverdichter bereitgestellt werden.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird Abgasturbolader mit einem Radialverdichter gemäß einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen bereitgestellt, so dass vorteilhafterweise ein verbesserter Abgasturbolader bereitgestellt werden kann.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0013] Im Weiteren soll die Erfindung anhand von in Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden, aus denen sich weitere Vorteile und Abwandlungen ergeben. Hierbei zeigt:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht entlang der Verdichterachse durch einen Radialverdichter mit einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer hierin beschriebenen Ausführungsform;

Figur 2 eine schematische Schnittansicht entlang der Verdichterachse durch einen Radialverdichter mit einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform;

Figur 3 eine schematische perspektivische Ansicht eines Ausschnitts einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform;

Figur 4A eine schematische Schnittansicht entlang der in Figur 3 dargestellten Linie A-A eines Ausschnitts einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform;

Figur 4B eine schematische Schnittansicht einer alternativen Ausführungsform des in Figur 4A in dargestellten Ausschnitts einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer hierin beschriebenen Ausführungsform;

Figur 4C eine schematische Schnittansicht senkrecht zur Verdichterachse eines Ausschnitts einer beschauelten Diffusoranordnung zur Veranschaulichung von verschiedenen möglichen Ausgestaltungsformen der herein beschriebenen Vertiefungen;

Figur 5 eine schematische Schnittansicht senkrecht zur Verdichterachse eines Ausschnitts einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform mit unregelmäßig angeordneten Leitschaufeln;

Figur 6 eine schematische Schnittansicht senkrecht zur Verdichterachse eines einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform mit zwei ungleich großen Gruppen von Leitschaufeln welche in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind; und

Figur 7 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens zum Herstellen einer beschauelten Diffusoranordnung für einen Radialverdichter gemäß hierin beschriebenen Ausführungsformen.

[0014] Im Allgemeinen werden gleiche Teile in den Figuren mit der gleichen Referenznummer bezeichnet.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0015] Figur 1 zeigt eine schematische Schnittansicht entlang der Verdichterachse 13 durch einen Radialverdichter 35 mit einer beschauelten Diffusoranordnung 20 gemäß einer hierin beschriebenen Ausführungsform. Der Radialverdichter 35 umfasst ein auf einer Welle 12 angeordnetes Verdichterrad, welches eine Nabe 10 und darauf angeordneten Laufschaufeln 11 umfasst. Die Laufschaufeln können in Haupt- und Zwischenschaufeln unterteilt sein, wobei sich die Hauptschaufeln über die gesamte Länge des von der Nabe und dem angrenzenden Gehäuseteils begrenzten Strömungskanals erstrecken, während die Zwischenschaufeln in der Regel verkürzt ausgebildet sind und eine zurückversetzte Eintrittskante aufweisen. Dabei können eine oder mehrere Zwischenschaufeln pro Hauptschaufel angeordnet sein.

[0016] Wie beispielhaft in Figur 1 gezeigt ist, ist das Verdichterrad typischerweise im Verdichtergehäuse angeordnet, welches in der Regel mehrere Teile umfasst, etwa das Spiralgehäuse 31 und das Eintrittsgehäuse 32.

Zwischen dem Verdichter und der nicht dargestellten Turbine befindet sich das Lagergehäuse 30, welches die Lagerung der Welle 12 beinhaltet. Der bereits erwähnte Strömungskanal im Bereich des Verdichters wird durch das Verdichtergehäuse begrenzt. Im Bereich des Verdichterrades übernimmt die Nabe des Verdichterrades die radial innere Begrenzung, wobei die Laufschaufeln des Verdichterrades im Strömungskanal angeordnet sind. In Strömungsrichtung des zu verdichtenden Mediums stromab des Verdichterrades ist die beschauelte Diffusoranordnung 20 angeordnet. Der Diffusoranordnung dient, wie eingangs erwähnt, der Verlangsamung der durch das Verdichterrad beschleunigten Strömung. Dies erfolgt einerseits durch die Leitschaufeln 21 der Diffusoranordnung, andererseits durch das Spiralgehäuse, von wo aus das verdichtete Medium den Brennkammern einer Brennkraftmaschine zugeführt wird.

[0017] Wie in Figur 1 beispielhaft dargestellt ist, umfasst die beschauelte Diffusoranordnung 20 für den Radialverdichter einen Diffusorkanal 25 mit mehreren, in Umfangsrichtung verteilt, im Diffusorkanal 25 angeordnete Leitschaufeln 21. Wie aus den Figuren 1, 5 und 6 ersichtlich ist, bezieht sich der Ausdruck "in Umfangsrichtung verteilt" auf eine Umfangsverteilung um eine zentrale Achse, beispielsweise um die Verdichterachse 13. Der Diffusorkanal 25 wird von einem ersten Seitenwandelement mit einer ersten Rotationsfläche 23 und einem zweiten Seitenwandelement mit einer zweiten Rotationsfläche 24 gebildet. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass in der vorliegenden Offenbarung unter einer "Rotationsfläche eines Seitenwandelements" eine diffusorkanalseitige Fläche eines Seitenwandelements zu verstehen ist, welche mindestens zu 80%, insbesondere mindestens zu 90% flach ist. Mit anderen Worten, eine Rotationsfläche eines hierin beschriebenen Seitenwandelements ist typischerweise flach und weist keine Erhebungen, insbesondere keine makroskopischen Erhebungen, auf.

[0018] Erfindungsgemäß sind in mindestens einer der ersten Rotationsfläche 23 des ersten Seitenwandelements und der zweiten Rotationsfläche 24 des gegenüberliegenden zweiten Seitenwandelement mehrere Vertiefungen 26 ausgebildet, die jeweils zumindest teilweise oder vollständig zwischen benachbarten Leitschaufeln 21, insbesondere in Umfangsrichtung, angeordnet sind. Figur 1 zeigt eine Ausführungsform in welcher die Vertiefungen 26 in der zweiten Rotationsfläche 24 des zweiten Seitenwandelements ausgeführt sind. Wie aus Figur 1 ersichtlich, ist das zweite Seitenwandelement mit der zweiten Rotationsfläche 24 nabenseitig (auch "hub"-seitig genannt) angeordnet. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass man üblicherweise aus Sicht der Laufschaufeln des Verdichterrades das erste Seitenwandelement mit der ersten Rotationsfläche 23 als shroudseitiges (Schaufelspitzenseitiges) Seitenwandelement und das zweite Seitenwandelement als nabenseitiges Seitenwandelement bezeichnet. Wie beispielhaft in Figur 1 dargestellt ist, kann das zweite Seitenwandelement ein

Einsatzelement 22 sein, insbesondere ein ringförmiges Einsatzelement, welches mit dem Lagergehäuse 30 verbunden ist. Alternative kann das zweite Seitenwandelement integraler Bestandteil des Lagergehäuses 30 sein. Ebenso kann das erste Seitenwandelement als separates Element ausgeführt sein, welches mit dem Eintrittsgehäuse 32 verbunden ist, oder wie in Figur 1 beispielhaft dargestellt integraler Bestandteil des Eintrittsgehäuses 32 sein.

[0019] In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass in der vorliegenden Offenbarung unter den hierin beschriebenen "Vertiefungen 26", Vertiefungen verstanden werden können, welche den lichten Querschnitt im Diffusorkanal 25 lokal vergrößern, insbesondere so dass eine Geschwindigkeit des zu fördernden Gases im Betrieb der Diffusoranordnung 20 im Diffusorkanal 25 beim Passieren der Vertiefungen 26 verringert wird, und insbesondere der Diffusorwirkungsgrad erhöht wird.

[0020] Figur 2 zeigt eine Ausführungsform in welcher die Vertiefungen 26 in der ersten Rotationsfläche 23 des ersten Seitenwandelements ausgeführt sind. Obwohl nicht explizit dargestellt, können die Vertiefungen sowohl in der ersten Rotationsfläche 23 des ersten Seitenwandelements als auch in der gegenüberliegenden zweiten Rotationsfläche 24 des zweiten Seitenwandelements angeordnet sein. Mit anderen Worten, die dargestellte Ausführungsform aus Figur 1 kann mit der in Figur 2 dargestellten

Ausführungsform kombiniert werden.

[0021] Wie beispielhaft in den Figuren 1 und 2 dargestellt, sind die Leitschaufeln 21 der Diffusoranordnung 20 mit der ersten Rotationsfläche 23 des ersten Seitenwandelements und mit der zweiten Rotationsfläche 24 des zweiten Seitenwandelements in Kontakt. Insbesondere, können die Leitschaufeln 21 ein- oder beidseitig des Strömungskanals 25 mit dem ersten Seitenwandelement und/oder dem zweiten Seitenwandelement verbunden sein.

[0022] Figur 3 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Ausschnitts einer beschauelten Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform. Insbesondere zeigt Figur 3 eine beispielhafte Anordnung der Leitschaufeln 21 und der Vertiefungen 26. Die Leitschaufeln 21 weisen typischerweise eine Eintrittskante 27, eine Austrittskante 28, sowie eine Saugseite 21S und eine Druckseite 21D auf.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, sind die Vertiefungen 26 jeweils auf einer Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 angeordnet, wie es beispielhaft in Figur 3 dargestellt ist. Alternativ oder zusätzlich, können die Vertiefungen 26 jeweils auf einer Verlängerung der Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 angeordnet sein, wie es beispielhaft aus Figur 4B und der in Figur 4C dargestellten äußeren Kontourlinie 26K₃ einer beispielhaften Ausgestaltung der Vertiefungen 26

hervorgeht. Insbesondere können die Vertiefungen 26 in der ersten Rotationsfläche 23 und/oder in der zweiten Rotationsfläche 24 im Bereich der Eintrittskante 27 der Leitschaufeln 21 angeordnet sein, wie es beispielhaft in Figur 3 gezeigt ist. Beispielsweise können die Vertiefungen 26 konkav ausgebildet sein, wie es in Figur 3 durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Die äußere Kontourlinie 26K der Vertiefungen 26 ist typischerweise abgerundet, d.h. es besteht kein scharkantiger Übergang von der ersten/zweiten Rotationsfläche zur Vertiefung. Die äußere Kontourlinie 26K der Vertiefungen 26 kann rund, z.B. kreisförmig oder ellipsenartig ausgebildet sein. Im Falle einer ellipsenartigen Ausgestaltung kann sich die Ellipsenhauptachse im Wesentlichen entlang der Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 oder quer zur Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 erstrecken. Ferner kann die äußere Kontourlinie 26K der Vertiefungen 26 von der Kontur der Leitschaufeln 21 geschnitten werden, wie es beispielhaft in Figur 4C durch die äußere Kontourlinie 26K₁ gemäß eines ersten Beispiels dargestellt ist. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass die hierin beschriebenen Vertiefungen typischerweise in Gebieten mit hohen Machzahlen am Grenzschichttrand angeordnet sind.

[0024] Figur 4A zeigt eine schematische Schnittansicht eines Ausschnitts einer beschaufelten Diffusorordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform entlang der in Figur 3 dargestellten Schnittlinie A-A. Insbesondere zeigt Figur 4A eine beispielhafte Ausführungsform der Vertiefungen 26. Gemäß einer Ausführungsform, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, weisen die Vertiefungen 26 eine Tiefe D von $0,05 \times H \leq D \leq 0,15 H$ auf, insbesondere $0,07 \times H \leq D \leq 0,10 H$, beispielsweise $D = 0,08 \times H$, wobei H die Leitschaufelhöhe der Leitschaufeln 21 ist. Die Leitschaufelhöhe H kann beispielsweise $5 \text{ mm} \leq H \leq 30 \text{ mm}$, insbesondere $10 \text{ mm} \leq H \leq 25 \text{ mm}$, sein.

[0025] Wie beispielhaft in Figur 4A dargestellt ist, können die Vertiefungen 26 einen eintrittskantenseitigen Übergang 26A aufweisen, welcher steiler ausgebildet ist als ein austrittskantenseitiger Übergang 26B der Vertiefungen. Insbesondere, kann der eintrittskantenseitige Übergang 26A und/oder der austrittskantenseitige Übergang 26B als fließender Übergang ausgestaltet sein, wie es beispielhaft in Figur 4A dargestellt ist. Unter "eintrittskantenseitigem Übergang" ist typischerweise der Übergang von der ersten Rotationsfläche 23/ zweiten Rotationsfläche 24 in die Vertiefung 26 zu verstehen, welcher der Eintrittskante 27 der Leitschaufeln 21 zugewandt ist. Unter "austrittskantenseitigem Übergang" ist typischerweise der Übergang aus der Vertiefung auf das Niveau der ersten Rotationsfläche 23 zweiten Rotationsfläche 24 zu verstehen, welcher der Austrittskante 28 der Leitschaufeln 21 zugewandt ist.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, weisen die Vertiefungen 26 eine Ausdeh-

nung L von $0,30 \times H \leq L \leq 3 H$ auf, wobei H die Leitschaufelhöhe der Leitschaufeln 21 ist.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, können die Vertiefungen 26 auf einer Verlängerung der Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 angeordnet sein, wie es beispielhaft aus Figur 4B. Mit anderen Worten, alle oder einige Vertiefungen 26 können sich über die Eintrittskante 27 der Leitschaufeln 21 hinaus erstrecken wie es in Figur 4B schematisch dargestellt ist.

[0028] Allgemein sei angemerkt, dass neben der Lage der hierin beschriebenen Vertiefungen auch Form, Tiefe und Ausdehnung für jede einzelne Vertiefung angepasst, insbesondere fluiddynamisch optimiert, sein kann. Verschiedene beispielhafte Ausgestaltungsformen der herein beschriebenen Vertiefungen sind in Figur 4C dargestellt.

[0029] Gemäß einem ersten Beispiel, das mit anderen hierin beschriebenen Beispielen und Ausführungsformen kombiniert werden kann, kann die äußere Kontourlinie 26K₁ der Vertiefungen 26 von der Kontur der Leitschaufeln 21 geschnitten werden.

[0030] Gemäß einem zweiten Beispiel, das mit anderen hierin beschriebenen Beispielen und Ausführungsformen kombiniert werden kann, kann die äußere Kontourlinie 26K₂ der Vertiefungen 26 ellipsenartig ausgebildet sein, wobei sich die Ellipsenhauptachse im Wesentlichen entlang der Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 erstreckt.

[0031] Gemäß einem dritten Beispiel, das mit anderen hierin beschriebenen Beispielen und Ausführungsformen kombiniert werden kann, kann sich die äußere Kontourlinie 26K₃ der Vertiefungen 26 über die Eintrittskante 27 der Leitschaufeln 21 hinaus erstrecken.

[0032] Gemäß einem vierten Beispiel, das mit anderen hierin beschriebenen Beispielen und Ausführungsformen kombiniert werden kann, kann die äußere Kontourlinie 26K₄ der Vertiefungen 26 ellipsenartig ausgebildet sein, wobei sich die Ellipsenhauptachse im Wesentlichen quer zur Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 erstreckt. Ferner, kann die Kontourlinie 26K₄ der Vertiefungen 26 von einer Kante des entsprechenden Seitenwandelements geschnitten werden.

[0033] Gemäß einem fünften Beispiel, das mit anderen hierin beschriebenen Beispielen und Ausführungsformen kombiniert werden kann, kann die äußere Kontourlinie 26K₅ im kreisförmig ausgebildet sein.

[0034] Ferner ist in Figur 4C ein bevorzugter Anordnungsbereich 15 für die hierin beschriebenen Vertiefungen 26 eingezeichnet. Typischerweise ist der Anordnungsbereich 15 in einem radial inneren Bereich der ersten Rotationsfläche 23 und/oder der zweiten Rotationsfläche 24 angeordnet. Insbesondere befindet sich der Anordnungsbereich 15 typischerweise auf einer eintrittskantenseitigen Hälfte auf der Saugseite 21S der Leitschaufeln 21, wie es beispielhaft in Fig. 4C dargestellt ist.

[0035] Figur 5 zeigt eine schematische Ausschnitts-

schnittansicht senkrecht zur Verdichterachse einer beschauften Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform mit unregelmäßig angeordneten Leitschaufeln. Insbesondere zeigt Figur 5 einen Ausschnitt einer Diffusoranordnung umfassend mehrere Leitschaufeln 21 mit zumindest teilweise unterschiedlichen Winkelabständen. Wie aus Figur 5 ersichtlich ist, können die Vertiefungen analog zu den unregelmäßig angeordneten Leitschaufeln ebenfalls unregelmäßig angeordnet sein, beispielsweise mit zumindest teilweise unterschiedlichen Winkelabständen. Eine derartige Leitschaufelanordnung des Diffusors hat den Vorteil, dass eine Langzeitermüdung in den Laufschaufeln des Verdichterrades verhindert werden kann.

[0036] Als Winkelabstand zwischen den Leitschaufeln wird hier der Winkel zwischen den Eintrittskanten zweier benachbart zueinander angeordneten Leitschaufeln bezeichnet. Optional kann als Winkelabstand auch der Winkel zwischen zwei anderen, sich entsprechenden Punkten zweier benachbart zueinander angeordneter Leitschaufeln bezeichnet werden, dann etwa, wenn die Eintrittskanten sich auf unterschiedlichen Radien befinden. In diesem Fall kann als Winkelabstand etwa der Winkel zwischen den Austrittskanten oder der Winkel zwischen den Profilmittelpunkten bezeichnet werden. Die Winkelabstände zwischen benachbart zueinander angeordneten Leitschaufeln sind also nicht über den gesamten Umfang identisch. Dabei gibt es mehrere Möglichkeiten, Diffusoren mit variierenden Winkelabständen zwischen den Leitschaufeln zu realisieren. Als Winkelabstand zwischen den Vertiefungen kann der Winkel zwischen zwei sich entsprechenden Punkten zweier benachbarten Vertiefungen verstanden werden.

[0037] Gemäß einer Ausführungsform, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, sind die Winkelabstände α_x , für alle Paare von benachbart zueinander angeordneten Leitschaufeln 21 und/oder benachbarter Vertiefungen 26 des Diffusors unterschiedlich, das heißt keine zwei der dargestellten Winkelabständen zwischen jeweils zwei benachbarten Leitschaufeln 21 und/oder benachbarter Vertiefungen 26 sind identisch, wie es beispielhaft in Figur 5 dargestellt ist. Die unterschiedlichen Winkelabstände α_0 , α_1 , α_2 , α_3 sind im dargestellten Beispiel zudem unregelmäßig verteilt. Alternativ können die Winkelabstände auch regelmäßig in eine Umfangsrichtung zu- bzw. abnehmen, oder erst zu- und dann wieder abnehmen. Besonders vorteilhafte Ergebnisse können erzielt werden, wenn die Winkelabstände einer harmonischen Funktion, beispielsweise der Sinusfunktion, folgend größer und kleiner werden.

[0038] Figur 6 zeigt eine schematische Schnittansicht senkrecht zur Verdichterachse eines Ausschnitts einer beschauften Diffusoranordnung gemäß einer weiteren hierin beschriebenen Ausführungsform mit zwei ungleich großen Gruppen von Leitschaufeln welche in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind.

[0039] Gemäß einer weiteren in Figur 6 beispielhaft

dargestellten Ausführungsform, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, sind zwei Winkelabstände α_0 und α_1 auf zwei Gruppen von Leitschaufeln und/oder auf zwei Gruppen von Vertiefungen 26 verteilt. Beispielsweise kann eine rechte Seite, insbesondere eine rechte Hälfte, der Diffusoranordnung eine erste Gruppe 210 mit einer Vielzahl von Leitschaufeln 21 und einer Vielzahl von Vertiefungen 26, beispielsweise acht Leitschaufeln und acht Vertiefungen, aufweisen. Eine linke Seite, insbesondere linke Hälfte, der Diffusoranordnung kann eine zweite Gruppe 211 mit einer Vielzahl von Leitschaufeln 21 und einer Vielzahl von Vertiefungen 26, beispielsweise neun Leitschaufeln und neun Vertiefungen, aufweisen. Wie aus Figur 6 hervorgeht entspricht typischerweise die Anzahl von Vertiefungen 26 der Anzahl der Leitschaufeln 21. Alternativ, kann die Anzahl von Vertiefungen 26 auch kleiner sein als die Anzahl der Leitschaufeln 21. Beispielsweise können zwischen gewissen benachbarten Leitschaufeln keine Vertiefungen vorgesehen sein während zwischen den restlichen Leitschaufelzwischenräumen Vertiefungen gemäß hierin beschriebenen Ausführungsformen vorgesehen sein können.

[0040] In beiden in den Figuren 5 und 6 dargestellten Ausführungsformen sind die Leitschaufeln derart ausgerichtet, dass die sich jeweils im Strömungskanal zwischen zwei benachbart angeordneten Leitschaufeln über die Schaufelhöhe erstreckende, engste Querschnittsfläche T (Throat Area) konstant ist. Dies wird dadurch erreicht, dass die Leitschaufeln unterschiedlich ausgerichtet sind, also relativ zur Tangentiallinie an der Eintrittskante unterschiedliche Winkellagen β_1 , β_0 , β_2 , β_3 aufweisen.

[0041] Je nach relativem Steilheitsgrad zweier benachbart angeordneter Schaufeln wandert die Lage der engsten Querschnittsfläche T entlang der Schaufeloberfläche. Auf der Druckseite schneidet die engste Querschnittsfläche T dabei die entsprechende Leitschaufel jeweils im Bereich der Schaufeleintrittskante, während auf der Saugseite die Schnittlinie der engsten Querschnittsfläche mit der jeweiligen Leitschaufel mitunter bis ganz ans Ende der Leitschaufel wandern kann. In der Ausführungsform nach Figur 6 ist der jeweilige relative Steilheitsgrad zwischen zwei Leitschaufeln einer Gruppe aufgrund des konstanten Winkelabstands relativ konstant, die jeweilige relative Winkellage also in etwa gleichbleibend. Abweichende Winkellagen ergeben sich jedoch im Übergangsbereich der beiden Gruppen.

[0042] Weitere, nicht dargestellte Ausführungsformen sind ebenfalls möglich. Dabei können beispielsweise alle Winkelabstände der Leitschaufeln und/oder der Vertiefungen bis auf einen oder einige wenige identisch sein. Es können mehr als zwei Gruppen von Leitschaufeln und/oder Vertiefungen mit jeweils identischen Winkelabständen gebildet werden. Diese Paarungen von Leitschaufeln und/oder Vertiefungen mit identischen Winkelabständen können aneinander gereiht oder voneinander getrennt angeordnet sein. Optional können sich

die einzelnen Leitschaufeln des Diffusors in Form, Länge, Eintritts- und Austrittswinkel sowie Eintritts- und Austrittsradius voneinander unterscheiden, um zusätzliche Ungleichheiten in den Diffusor einzubringen. Die unterschiedliche Ausbildung kann dabei sowohl in axialer Richtung (bezüglich der Verdichterachse), also in Richtung der Schaufelhöhe, wie auch in Umfangsrichtung erfolgen. Dabei können alle oder nur einige wenige Leitschaufeln unterschiedlich geformt oder angeordnet sein. Solche unregelmäßig ausgebildete Diffusoren können in ein- oder mehrstufiger Form ausgebildet sein, wobei bei mehreren Stufen diese in radialer Richtung hintereinander, also konzentrisch bezüglich der Verdichterachse, angeordnet sind.

[0043] Ferner können die einzelnen Vertiefungen 26 zwei oder mehrere unterschiedliche Vertiefungsgeometrien umfassen. Beispielsweise können die Vertiefungen 26 hinsichtlich Tiefe D und/oder Länge L und/oder Steilheitsgrad des eintrittskantenseitigen Übergangs 26A und/oder Steilheitsgrad des austrittskantenseitigen Übergangs 26B und/oder der Gestalt der äußere Kontourlinie unterschiedlich ausgestaltet sein.

[0044] Gemäß einer Ausführungsform, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, ist die engste Querschnittsfläche im Diffusor-Strömungskanal zwischen zwei benachbarten Leitschaufeln und über die Diffusor-Strömungskanalhöhe konstant. Weist der Diffusor über den Umfang verteilt eine variable, also nicht konstante Diffusor-Strömungskanal auf, sind die Leitschaufeln typischerweise so angeordnet, dass die jeweils aus dem Abstand der benachbarten Leitschaufeln und der Diffusor-Strömungskanalhöhe berechnete engste Querschnittsfläche konstant ist. Optional ist der in Umfangsrichtung unregelmäßig ausgebildete Diffusor bezüglich des in Umfangsrichtung asymmetrisch ausgebildeten Spiralgehäuses in einer fixen Winkellage positioniert. Dadurch kann die Größe der unterschiedlichen Winkelabstände sowie deren Verteilung entlang des Umfangs auf das asymmetrisch ausgebildete Spiralgehäuse stromab der Leitschaufeln ausgerichtet werden. Die Winkelabstände können beispielsweise entlang des Umfangs analog zum Radius des Spiralgehäuses zunehmen. Alternativ oder Zusätzlich kann dasjenige Leitschaufelpaar, welches im Bereich des Spiralzungenanfangs angeordnet ist, einen von den übrigen Leitschaufelpaaren unterschiedlichen Winkelabstand aufweisen.

[0045] Da sich das Spiralgehäuse 31 üblicherweise entlang des Umfangs in unterschiedlichen Winkellagen zum Lagergehäuse positionieren lässt, kann gemäß einer Ausführungsform, wie es beispielhaft in Figur 5 dargestellt ist, mit Positionierungsmitteln sichergestellt werden, dass sich der Diffusor jeweils in der vorgesehenen Winkellage zum Spiralgehäuse befindet. Die vorgesehene Winkellage ist dabei vorteilhafterweise diejenige, bei welcher im Betrieb eine minimale Resonanzschwingung erzeugt wird. Diese Winkellage von Diffusor zum Spiralgehäuse mit minimaler Resonanzschwingungserzeu-

gung kann beispielsweise errechnet oder experimentell bestimmt werden. Ein mögliches Positionierungsmittel ist in Figur 5 angedeutet. Beispielsweise kann das Positionierungsmittel mittels eines Positionierungsnockens 29, der an dem radial äußeren Rand des ersten Seitenwandelements und/oder des zweiten Seitenwandelements ausgebildet ist, welcher in eine entsprechende Positionierungsnut 33 im Spiralgehäuse eingreift realisiert werden. Alternativ, sind auch andere formschlüssige Positionierungsmittel denkbar, etwa ein Positionierungsstift, welcher in beidseitig eingelassenen Bohrungen angeordnet ist, oder eine indirekte Positionierung über ein drittes Bauteil, etwa das Eintrittsgehäuse 32 oder das Lagergehäuse 30.

[0046] Figur 7 zeigt ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens 50 zum Herstellen einer beschauelte Diffusoranordnung für einen Radialverdichter gemäß hierin beschriebenen Ausführungsformen. Das Verfahren 50 umfasst ein Herstellen (schematisch dargestellt durch Block 51 in Figur 7) von mehreren in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen 26 in einer ersten Rotationsfläche 23 eines ersten Seitenwandelements eines Diffusorkanals 25 und/oder in einer zweiten Rotationsfläche 24 eines zweiten Seitenwandelements des Diffusorkanals 25. Zudem umfasst das Verfahren 50 ein Anordnen (schematisch dargestellt durch Block 52 in Figur 7) von mehreren Leitschaufeln 21 jeweils zwischen den in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen 26 in der ersten Rotationsfläche 23 des ersten Seitenwandelements und/oder jeweils zwischen den in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen 26 in der zweiten Rotationsfläche 24 des zweiten Seitenwandelements. Ferner umfasst das Verfahren 50 ein Verbinden (schematisch dargestellt durch Block 53 in Figur 7) der mehreren Leitschaufeln 21 mit dem ersten Seitenwandelement über eine erste Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln 21 und mit dem zweiten Seitenwandelement über eine zweite Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln 21, die der ersten Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln 21 gegenüberliegt.

[0047] Gemäß einer Ausführungsform des Herstellungsverfahrens, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, umfasst das Anordnen der mehreren Leitschaufeln 21 eine Anordnung der Leitschaufeln 21, so dass die Vertiefungen 26 jeweils auf einer Saugseite 21S der Leitschaufeln 21 angeordnet sind.

[0048] Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Herstellungsverfahrens, die mit anderen hierin beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden kann, umfasst das Herstellen der mehreren in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen 26 ein Fräsen der Vertiefungen mit einer Tiefe D von $0,05 \times H \leq D \leq 0,15 H$ umfasst, wobei H die Leitschaufelhöhe der Leitschaufeln 21 ist. Insbesondere kann das Herstellen der mehreren in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen 26, eine Herstellung der Vertiefungen umfassen, so dass die Vertiefungen jeweils einen eintrittskantenseitigen Übergang 26A

aufweisen, welcher steiler ist als ein austrittskantenseitiger Übergang 26B der Vertiefungen.

[0049] Ferner wird darauf hingewiesen, dass das Verfahren 50 zum Herstellen einer beschauften Diffusorordnung 20 für einen Radialverdichter, ein Herstellen jeder hierin beschriebenen Ausführungsform der mehreren Leitschaufeln 21 als auch ein Herstellen jeder hierin beschriebenen Ausführungsform der Vertiefungen 26 umfassen kann.

[0050] Wie aus den hierin beschriebenen Ausführungsformen hervorgeht wird vorteilhafterweise eine beschauften Diffusorordnung, als auch ein Radialverdichter und ein Turbolader bereitgestellt, die gegenüber dem Stand der Technik verbessert sind, insbesondere hinsichtlich des fluiddynamischen Designs, des Wirkungsgrades und der Kosten. Ferner wird ein vereinfachtes Herstellungsverfahren bereitgestellt, so dass die hierin beschriebene beschauften Diffusorordnung und damit auch der Radialverdichter und der Turbolader zu geringeren Kosten hergestellt werden können.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0051]

10	Verdichterrad (Nabe)
11	Laufschauflern des Verdichterrades
12	Welle
13	Verdichterachse
15	Anordnungsbereich für Vertiefungen
21	Leitschaufeln des Diffusors
21D	Druckseite der Leitschaufeln
21S	Saugseite der Leitschaufeln
210	erste Gruppe mit
22	Einsatzelement
23	erste Rotationsfläche
24	zweite Rotationsfläche
25	Diffusorkanal
26	Vertiefung
26K	äußere Kontourlinie
26K ₁	äußere Kontourlinie gemäß einem ersten Beispiel
26K ₂	äußere Kontourlinie gemäß einem zweiten Beispiel
26K ₃	äußere Kontourlinie gemäß einem dritten Beispiel
26K ₄	äußere Kontourlinie gemäß einem vierten Beispiel
26K ₅	äußere Kontourlinie gemäß einem fünften Beispiel
27	Eintrittskante
28	Austrittskante
29	Positionierungsnocken
30	Lagergehäuse
31	Spiralgehäuse
32	Eintrittsgehäuse
33	Positionierungsnut
H	Leitschaufelhöhe
D	Tiefe der Vertiefung

L	Ausdehnung der Vertiefung
T	engste Querschnittsfläche (Throat Area)

5 Patentansprüche

1. Beschauften Diffusorordnung (20) für einen Radialverdichter, umfassend einen Diffusorkanal (25) mit mehreren, in Umfangsrichtung verteilt, im Diffusorkanal (25) angeordnete Leitschaufeln (21), wobei der Diffusorkanal (25) von einem ersten Seitenwandelement mit einer ersten Rotationsfläche (23) und einem zweiten Seitenwandelement mit einer zweiten Rotationsfläche (24) gebildet wird, und wobei in mindestens einer der ersten ebenen Rotationsfläche (23) und der zweiten Rotationsfläche (24) mehrere Vertiefungen (26) ausgebildet sind, die jeweils zumindest teilweise zwischen benachbarten Leitschaufeln (21) angeordnet sind.
2. Beschauften Diffusorordnung (20) nach Anspruch 1, wobei die Vertiefungen (26) jeweils auf einer Saugseite (21S) der Leitschaufeln (21) angeordnet sind.
3. Beschauften Diffusorordnung (20) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Vertiefungen (26) in einem Bereich einer Eintrittskante (27) der Leitschaufeln (21) angeordnet sind.
4. Beschauften Diffusorordnung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Vertiefungen (26) eine Tiefe D von $0,05 \times H \leq D \leq 0,15 H$ aufweisen, wobei H die Leitschaufelhöhe der Leitschaufeln (21) ist.
5. Beschauften Diffusorordnung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Vertiefungen (26) einen eintrittskantenseitigen Übergang (26A) aufweist, welcher steiler ist als ein austrittskantenseitiger Übergang (26B) der Vertiefungen.
6. Beschauften Diffusorordnung (20) nach Anspruch 5, wobei der eintrittskantenseitige Übergang (26A) und/oder der austrittskantenseitige Übergang (26B) als fließender Übergang ausgestaltet ist.
7. Beschauften Diffusorordnung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Vertiefungen (26) eine Ausdehnung L von $0,30 \times H \leq L \leq 3 H$ aufweisen, wobei H die Leitschaufelhöhe der Leitschaufeln (21) ist.
8. Beschauften Diffusorordnung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Anzahl von Vertiefungen (26) der Anzahl der Leitschaufeln (21) entspricht.

9. Beschauelte Diffusoranordnung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Vertiefungen (26) zwei oder mehrere unterschiedliche Vertiefungsgeometrien umfassen. 5
10. Verfahren zum Herstellen einer beschauelte Diffusoranordnung für einen Radialverdichter, umfassend:
- Herstellen von mehreren in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen (26) in einer ersten Rotationsfläche (23) eines ersten Seitenwandelements eines Diffusorkanals (25) und/oder in einer zweiten Rotationsfläche (24) eines zweiten Seitenwandelements des Diffusorkanals (25); 10 15
 - Anordnen von mehreren Leitschaufeln (21) jeweils zwischen den in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen (26) in der ersten Rotationsfläche (23) des ersten Seitenwandelements und/oder jeweils zwischen den in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen (26) in der zweiten Rotationsfläche (24) des zweiten Seitenwandelements, 20
 - Verbinden der mehreren Leitschaufeln (21) mit dem ersten Seitenwandelement über eine erste Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln (21) und mit dem zweiten Seitenwandelement über eine zweite Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln (21), die der ersten Verbindungsfläche der mehreren Leitschaufeln (21) gegenüberliegt. 25 30
11. Verfahren gemäß Anspruch 10; wobei das Anordnen der mehreren Leitschaufeln (21) eine Anordnung der Leitschaufeln (21) umfasst, so dass die Vertiefungen (26) jeweils auf einer Saugseite (21S) der Leitschaufeln (21) angeordnet sind. 35
12. Verfahren gemäß Anspruch 10 oder 11, wobei das Herstellen der mehreren in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen (26) ein Fräsen der Vertiefungen mit einer Tiefe D von $0,05 \times H \leq D \leq 0,15 H$ umfasst, wobei H die Leitschaufelhöhe der Leitschaufeln (21) ist 40 45
13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das Herstellen der mehreren in Umfangsrichtung verteilten Vertiefungen (26), eine Herstellung der Vertiefungen umfasst, so dass die Vertiefungen jeweils einen eintrittskantenseitigen Übergang (26A) aufweisen, welcher steiler ist als ein austrittskantenseitiger Übergang (26B) der Vertiefungen. 50
14. Radialverdichter, umfassend eine beschauelte Diffusoranordnung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 im Abströmbereich des Radialverdichters. 55
15. Abgasturbolader mit einem Radialverdichter gemäß

Anspruch 14.

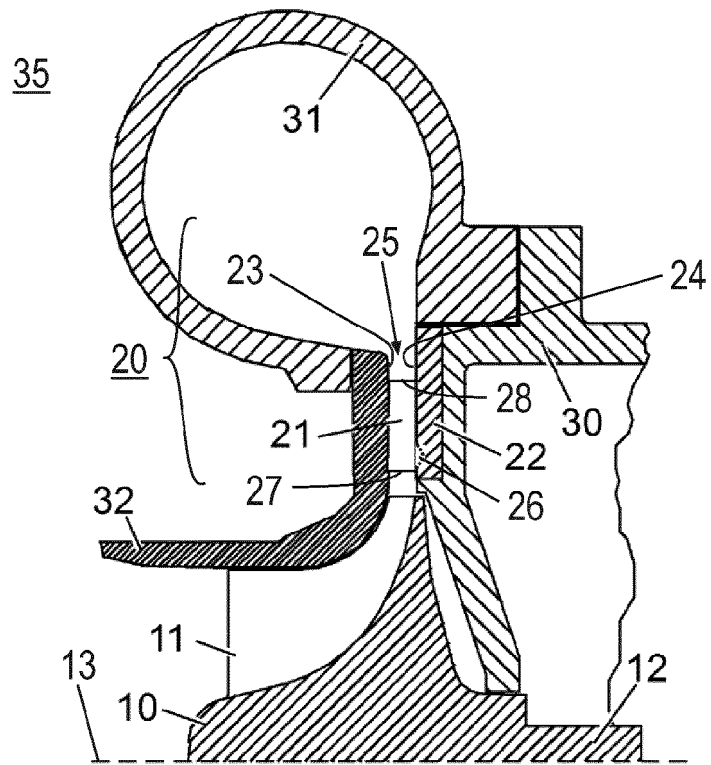


Fig. 1

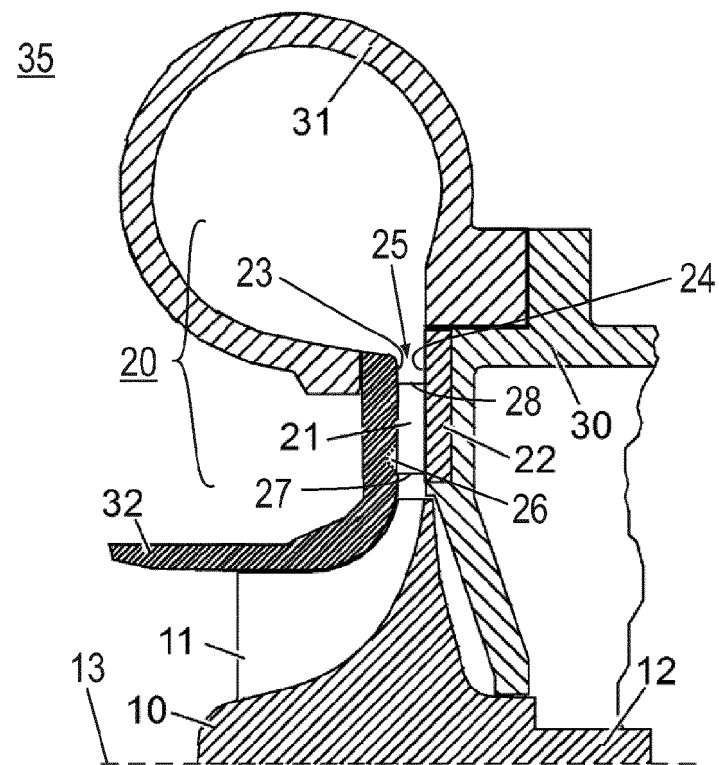


Fig. 2

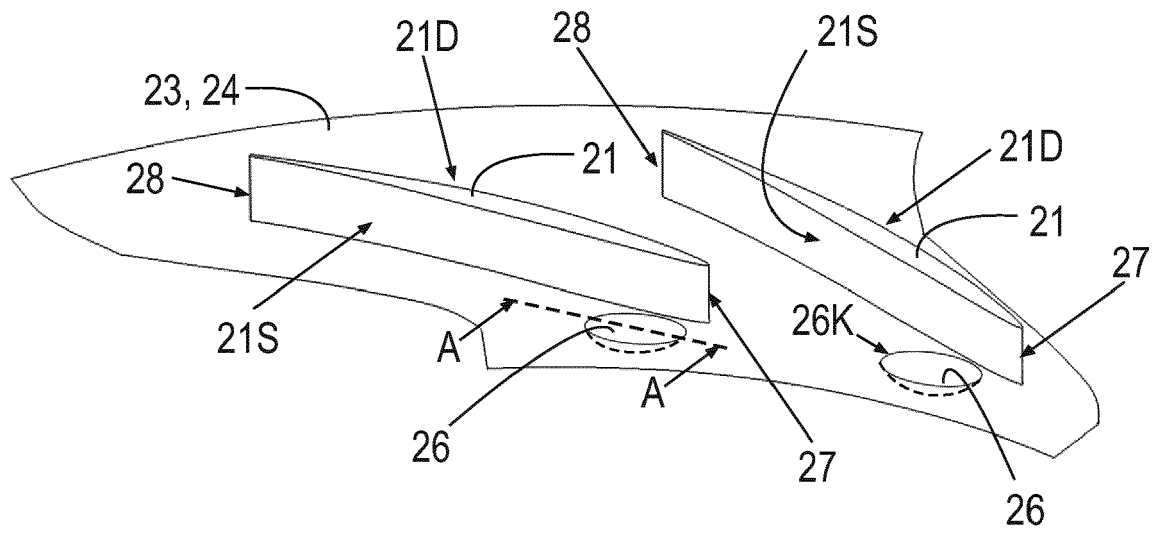


Fig. 3

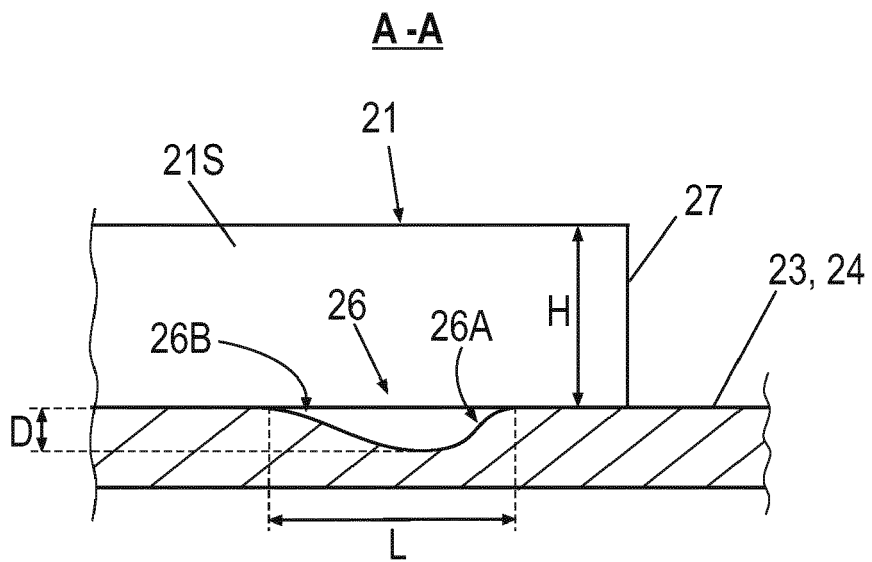


Fig. 4A

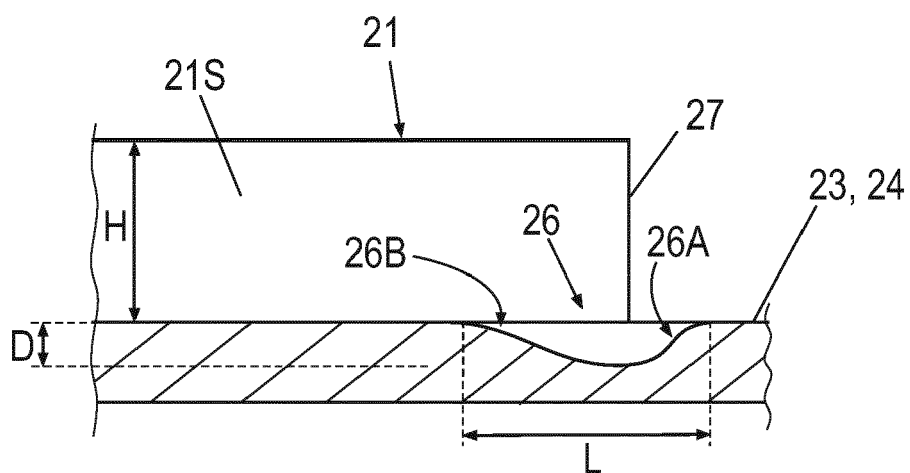


Fig. 4B

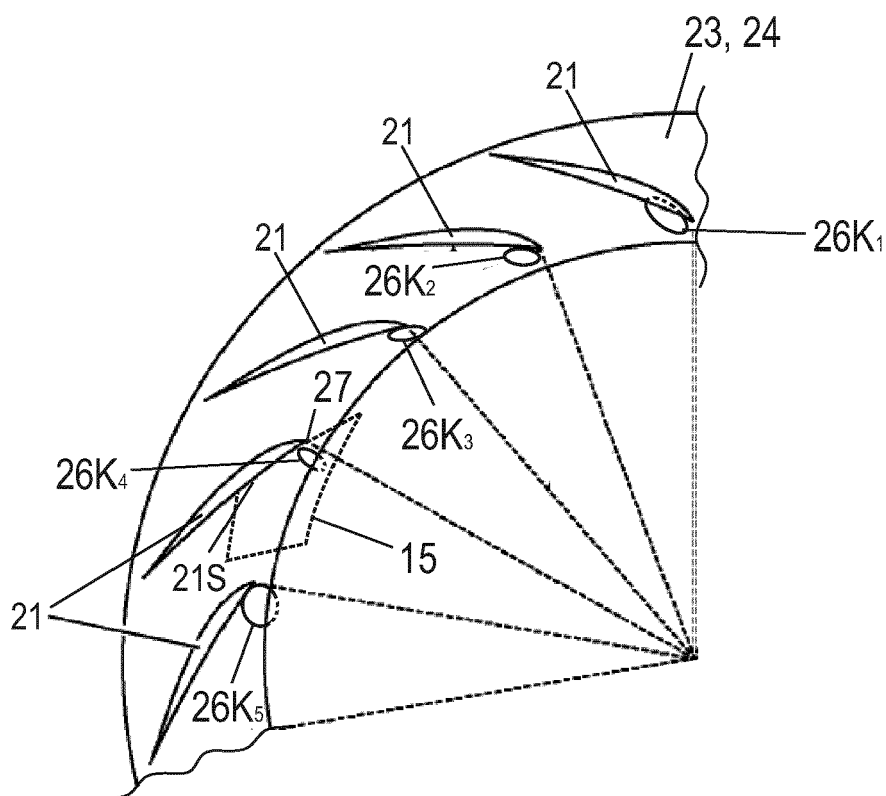


Fig. 4C

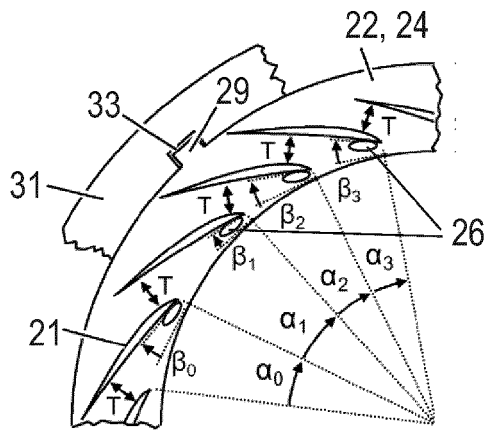


Fig. 5

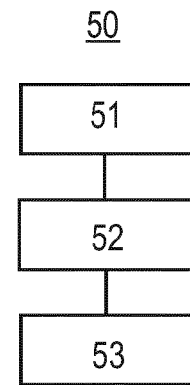


Fig. 7

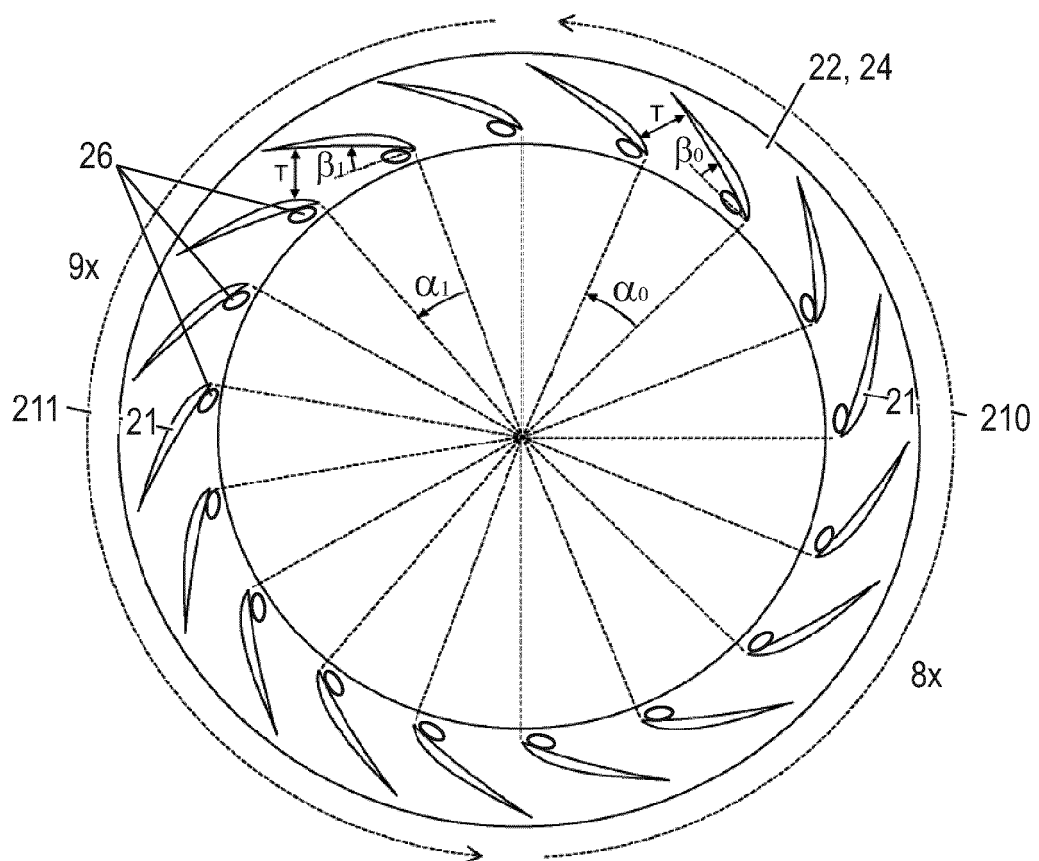


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 20 5163

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	JP 2005 226568 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 25. August 2005 (2005-08-25) * Zusammenfassung * * Absatz [0001] * * Abbildungen 1-5 *	1-6,8-15 7	INV. F04D29/44 F04D29/68
X A	JP 2010 025041 A (MIURA KOGYO KK) 4. Februar 2010 (2010-02-04) * Zusammenfassung * * Absätze [0028], [0036], [0059] - [0064] * * Abbildungen 1,2,6 *	1-4,7,8, 10-12, 14,15 5,6,9,13	
X A	EP 2 993 357 A2 (MAN DIESEL & TURBO SE [DE]) 9. März 2016 (2016-03-09) * Absätze [0006], [0007], [0021], [0022], [0036] - [0040], [0047] - [0051] * * Abbildungen 1,2,4 *	1-4, 7-12,14, 15 5,6,13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. April 2019	Prüfer Gombert, Ralf
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 20 5163

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.

09-04-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2005226568 A	25-08-2005	JP 4183634 B2 JP 2005226568 A	19-11-2008 25-08-2005
JP 2010025041 A	04-02-2010	KEINE	
EP 2993357 A2	09-03-2016	CN 105387002 A DE 102014012765 A1 EP 2993357 A2 JP 2016053363 A RU 2015137073 A US 2016061219 A1	09-03-2016 03-03-2016 09-03-2016 14-04-2016 07-03-2017 03-03-2016

EPO FORM P0461

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