



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2016 Patentblatt 2016/10

(51) Int Cl.:
F04D 29/44^(2006.01) F04D 29/66^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15179255.3**

(22) Anmeldetag: **31.07.2015**

(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:
MA

- **JENNY, Philipp**
6373 Ennetbürgen (CH)
- **SEEBASS-LINGGI, Christof**
5430 Wettingen (CH)
- **BIDAUT, Yves**
8404 Reutlingen (CH)
- **SCHNEIDER, Samuel**
8046 Zürich (CH)

(30) Priorität: **02.09.2014 DE 102014012765**

(74) Vertreter: **Schlosser, Stefan**
MAN Diesel & Turbo SE
Patentabteilung (FGLCI)
Stadtbachstrasse 1
86153 Augsburg (DE)

(71) Anmelder: **MAN Diesel & Turbo SE**
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
• **MOKUKYS, Thomas**
46509 Xanten (DE)

(54) **RADIALVERDICHTERSTUFE**

(57) Radialverdichterstufe, die ein gegenüber einem Stator (12) rotierendes Laufrad (10) mit mehreren rotorseitigen Laufradschaufeln (11) und einen in Strömungsrichtung stromabwärts des Laufrads (10) positionierten Diffusor (19) mit mehreren statorseitigen Leitschaufeln (20) umfasst, und wobei zwischen dem Laufrad (10) und dem Stator (12) ein Radseitenraum (28) ausgebildet ist. Strömungseintrittskanten (22) der statorseitigen Leitschaufeln (20) liegen auf einer ersten Kreiskontur, nämlich derart, dass die Strömungseintrittskanten (22) aller statorseitigen Leitschaufeln (20) zu den Strömungseintrittskanten (22) der jeweils benachbarten Leitschaufeln (20) einen identischen Abstand aufweisen. Strömungsaustrittskanten (23) der statorseitigen Leitschaufeln (20) liegen auf einer zweiten Kreiskontur, nämlich derart, dass an mindestens einer ersten Umfangsposition die Strömungsaustrittskante (23) der jeweiligen statorseitigen Leitschaufel (20) zu der Strömungsaustrittskante (23) mindestens einer benachbarten Leitschaufeln (20) einen anderen Abstand aufweist als an zweiten Umfangspositionen. (Fig. 1)

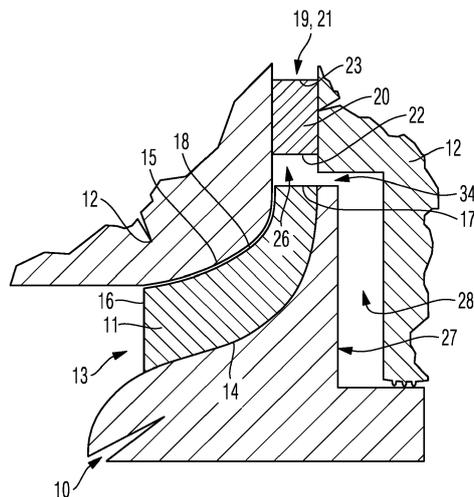


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Radialverdichterstufe für einen Radialverdichter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, 4 bzw. 5.

[0002] Aus der DE 195 02 808 C2 ist der grundsätzliche Aufbau eines Radialverdichters mit mindestens einer Radialverdichterstufe bekannt. So ist in diesem Stand der Technik offenbart, dass die oder jede Radialverdichterstufe eines Radialverdichters ein gegenüber einem Stator rotierendes Laufrad aufweist, wobei das Laufrad eine Nabe und mehrere rotorseitige Laufradschaufeln umfasst. Jede Laufradschaufel des Laufrads verfügt über eine Strömungseintrittskante und eine Strömungsaustrittskante, wobei sich zwischen der Strömungseintrittskante und der Strömungsaustrittskante jeder Laufradschaufel eine Saugseite, eine Druckseite sowie eine dem Stator zugewandte Außenfläche erstreckt, wobei die Außenfläche der jeweiligen Laufradschaufel an den Stator angrenzt und der Abdichtung gegenüber dem Stator dient. Ein solches Laufrad eines Radialverdichters, bei welchem die Außenflächen der Laufradschaufeln mittelbar an den Stator angrenzen, verfügt über kein Deckband und wird auch als offenes Laufrad bezeichnet. Die Laufradschaufeln sind in einem Laufradströmungskanal positioniert, der von der Nabe des Laufrads und dem Stator begrenzt ist.

[0003] Weiterhin ist es aus der DE 195 02 808 C2 bekannt, dass die Radialverdichterstufe einen stromabwärts des Laufrads positionierten Diffusor umfasst, der mehreren statorseitige Leitschaufeln aufweist. Jede Leitschaufel des Diffusors verfügt über eine Strömungseintrittskante und eine Strömungsaustrittskante, wobei sich zwischen der Strömungseintrittskante und der Strömungsaustrittskante jeder Leitschaufel eine Saugseite und eine Druckseite erstreckt. Die Leitschaufeln sind in einem vom Stator begrenzten Diffusorströmungskanal positioniert.

[0004] Aus der DE 195 02 802 C2 kann entnommen werden, dass zwischen dem Laufrad und dem Stator der dort gezeigten Radialverdichterstufe ein sogenannter Radseitenraum ausgebildet ist, nämlich zwischen einer Rückseite des Laufrads und dem Stator. Dieser Radseitenraum ist dabei mit einem Zwischenströmungskanal verbunden, der sich zwischen dem Laufradströmungskanal und dem Diffusorströmungskanal erstreckt.

[0005] Eine weitere Radialverdichterstufe mit einem solchen Radseitenraum ist aus der DE 10 2007 019 264 A1 bekannt.

[0006] Aus der EP 2 014 925 A1 ist eine Radialverdichterstufe mit einem Diffusor bekannt, bei welchem sich der Winkelabstand von Strömungseintrittskanten zweier benachbart zueinander angeordneter Leitelemente unterscheidet vom Winkelabstand von Strömungseintrittskanten zweier anderer benachbart zueinander angeordneter Leitelemente.

[0007] Im Betrieb eines Radialverdichters sind die Radialverdichterstufen mechanischen Anregungen und

Schwingungen ausgesetzt, welche Schäden an der Radialverdichterstufe, insbesondere an den Laufradschaufeln des Laufrads der Radialverdichterstufe, hervorrufen können. Solche mechanischen Anregungen können auf synchronen Anregungsmechanismen sowie auf asynchronen Anregungsmechanismen beruhen.

[0008] Insbesondere werden durch die Interaktion von rotierenden und stationären Komponenten dreidimensionale und instationäre Strömungsphänomene erzeugt. Unter bestimmten Bedingungen entstehen Druckschwankungen, welche einen in Drehrichtung oder einen in der Drehrichtung entgegengesetzter Richtung umlaufenden Charakter haben. Die Anzahl und die Umlaufgeschwindigkeit dieser Druckschwankungen ist beliebig.

[0009] Dieses Phänomen ist Grundlage für eine asynchrone Anregung von offenen Laufrädern in Radialverdichtern. Bislang sind keine Methoden bekannt, mit Hilfe derer solchen asynchronen Anregungen gezielt entgegengewirkt werden kann, um eine kritische Schwingungsanregung insbesondere der Laufradschaufeln des Laufrads zu vermeiden.

[0010] Es besteht daher Bedarf an einer Radialverdichterstufe für einen Radialverdichter, bei der insbesondere die Laufradschaufeln des Laufrads einer geringen Schwingungsanregung insbesondere durch solche asynchronen Anregungen ausgesetzt sind.

[0011] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Radialverdichterstufe für einen Radialverdichter zu schaffen, welche die obigen Anforderungen erfüllt und demnach einer geringen Schwingungsanregung insbesondere durch solche asynchronen Anregungen ausgesetzt ist.

[0012] Diese Aufgabe wird nach einem ersten Aspekt der Erfindung durch eine Radialverdichterstufe nach Anspruch 1 gelöst. Hiernach liegen die Strömungseintrittskanten der statorseitigen Leitschaufeln des Diffusors auf einer ersten Kreiskontur, nämlich derart, dass die Strömungseintrittskanten aller statorseitigen Leitschaufeln zu den Strömungseintrittskanten der jeweils benachbarten Leitschaufeln einen identischen Abstand aufweisen. Die Strömungsaustrittskanten der statorseitigen Leitschaufeln des Diffusors liegen auf einer zweiten Kreiskontur, nämlich derart, dass an mindestens einer ersten Umfangsposition die Strömungsaustrittskante der jeweiligen statorseitigen Leitschaufel zu der Strömungsaustrittskante mindestens einer benachbarten Leitschaufeln einen anderen Abstand aufweist als an zweiten Umfangspositionen.

[0013] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Radialverdichterstufe nach Anspruch 4 gelöst. Hiernach weist mindestens eine statorseitige Leitschaufel des Diffusors eine von den anderen statorseitigen Leitschaufeln abweichende Krümmung auf.

[0014] Nach einem dritten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Radialverdichterstufe nach Anspruch 5 gelöst. Hiernach weist an mindestens einer ersten Umfangsposition ein zwischen benachbarten sta-

torseitigen Leitschaufeln des Diffusors ausgebildeter Diffusorströmungskanalabschnitt einen gegenüber den an zweiten Umfangspositionen ausgebildeten Diffusorströmungskanalabschnitten abweichenden Strömungsquerschnitt auf.

[0015] Mit jedem der obigen erfindungsgemäßen Aspekte kann einfach und zuverlässig asynchronen Anregungen von offenen Laufrädern in Radialverdichtern entgegengewirkt werden, wodurch die Schwingungsanregung insbesondere für die Laufradschaufeln des Laufrads der Radialverdichterstufe reduziert werden kann.

[0016] Dabei können die obigen erfindungsgemäßen Aspekte entweder alleine oder bevorzugt in Kombination mehrerer solcher erfindungsgemäßer Aspekte an einer Radialverdichterstufe zum Einsatz kommen.

[0017] Die obigen erfindungsgemäßen Aspekte betreffen allesamt Maßnahmen zur konstruktiven Gestaltung des Diffusors.

[0018] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1: einen Meridionalschnitt durch eine erfindungsgemäße Radialverdichterstufe nach einem ersten Aspekt der Erfindung;

Fig. 2: einen Axialschnitt durch die Radialverdichterstufe der Fig. 1;

Fig. 3: einen Axialschnitt durch eine Radialverdichterstufe nach einem zweiten Aspekt der Erfindung; und

Fig. 4: einen Meridionalschnitt durch eine erfindungsgemäße Radialverdichterstufe nach einem dritten Aspekt der Erfindung.

[0019] Die hier vorliegende Erfindung betrifft einen Radialverdichter mit mindestens einer Radialverdichterstufe.

[0020] Fig. 1 zeigt ein Detail einer erfindungsgemäßen Radialverdichterstufe im Meridionalschnitt nach einem ersten Aspekt der Erfindung, wobei Fig. 2 einen Axialschnitt durch die Radialverdichterstufe der Fig. 1 zeigt.

[0021] Die Radialverdichterstufe der Fig. 1 weist ein Laufrad 10 mit mehreren rotorseitigen Laufradschaufeln 11 auf. Das Laufrad 10 rotiert gegenüber einem Stator 12. Beim Stator 12 kann es sich um ein Gehäuse oder einen Statorring oder dergleichen handeln. Der Laufradschaufeln 11 sind in einem Laufradströmungskanal 13 positioniert, der von einer rotorseitigen Nabenkontur 14 und einer Statorkontur 15 begrenzt. Jede Laufradschaufel 11 weist eine Strömungseintrittskante 16 und eine Strömungsaustrittskante 17 auf. Zwischen der Strömungseintrittskante 16 und der Strömungsaustrittskante 17 jeder Laufradschaufel 11 erstreckt sich eine Druck-

seite, eine Saugseite sowie radial außen an der Laufradschaufel 11 eine dem Stator 12 zugewandte Außenfläche 18 der jeweiligen Laufradschaufel 11. Die Außenfläche 18 der Laufradschaufel 11 grenzt an den Stator 12 an und dient der Abdichtung gegenüber dem Stator 12. Ein solches Laufrad 10, bei welchem die Außenflächen 18 der Laufradschaufeln 11 mittelbar an den Stator 12 angrenzen, verfügt über kein Deckband und wird auch als offenes Laufrad bezeichnet.

[0022] Gemäß Fig. 1 ist stromabwärts des Laufrads 10 ein statorseitiger Diffusor 19 positioniert. Der Diffusor 19 umfasst mehrere statorseitige Leitschaufeln 20. Die statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 sind in einem vom Stator 12 begrenzten Diffusorströmungskanal 21 positioniert, wobei jede der statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 eine Strömungseintrittskante 22 und eine Strömungsaustrittskante 23 umfasst. Zwischen der Strömungseintrittskante 22 und der Strömungsaustrittskante 23 der jeweiligen statorseitigen Leitschaufel 20 erstreckt sich eine Saugseite 24 und eine Druckseite 25 der jeweiligen Leitschaufel.

[0023] Zwischen dem Laufströmungskanal 13, in welchem die rotorseitigen Laufradschaufeln 11 des Laufrads 10 positioniert sind, und dem Diffusorströmungskanal 21, in welchem die statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 positioniert sind, erstreckt sich ein Zwischenströmungskanal 26, über welchen in der Radialverdichterstufe verdichtetes Medium ausgehend vom Laufrad 10 in Richtung auf den Diffusor 19 strömen kann. Gemäß Fig. 1 ist zwischen einer Rückseite 27 des Laufrads 10 und dem Stator 12 ein Radseitenraum 28 ausgebildet, wobei dieser Radseitenraum 28 gemäß Fig. 1 mit dem Zwischenströmungskanal 26 über einen Spalt 34 gekoppelt ist.

[0024] Die oben unter Bezugnahme auf Fig. 1 und 2 beschriebenen Details einer Radialverdichterstufe zählen zum Stand der Technik.

[0025] Die Erfindung betrifft nun solche Details einer Radialverdichterstufe, mit Hilfe derer die Gefahr instationärer Strömungsphänomene, die zu einer asynchronen Anregung der offenen Laufrädern führen können, reduziert werden kann.

[0026] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung, der unter Bezugnahme auf Fig. 1 und 2 nachfolgend beschrieben wird, liegen alle Strömungseintrittskanten 22 aller statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 auf einer ersten Kreiskontur 29.

[0027] Dabei liegen die Strömungseintrittskanten 22 der statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 derart auf der ersten Kreiskontur 29, dass die Strömungseintrittskanten 22 aller statorseitigen Leitschaufeln 20 zu den Strömungseintrittskanten 22 der jeweils benachbarten Leitschaufeln 20 einen identischen Abstand aufweisen. Die Strömungseintrittskanten 22 der in Umfangsrichtung des Diffusorströmungskanals 21 gesehen nebeneinander positionierten Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 sind demnach in Umfangsrichtung gesehen gleich verteilt, so dass demnach sämtliche Strömungs-

eintrittskanten 22, die auf der ersten Kreiskontur 29 liegen, zu benachbarten Strömungseintrittskanten 22 identische Umfangsabstände aufweisen.

[0028] Nach dem ersten Aspekt der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass die Strömungsaustrittskanten 23 der statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 auf einer zweiten Kreiskontur 30 liegen.

[0029] Dabei liegen die Strömungsaustrittskanten 23 der statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 derart auf der zweiten Kreiskontur 30, dass an mindestens einer ersten Umfangsposition des Diffusorströmungskanals 21 die Strömungsaustrittskante 23 der dort positionierten, jeweiligen statorseitigen Leitschaukel 20 zu der Strömungsaustrittskante mindestens einer benachbarten Leitschaukel 20 einen anderen Abstand aufweist als an zweiten Umfangspositionen des Diffusorströmungskanals 21.

[0030] Im Bereich der Strömungsaustrittskanten 23 ist demnach in Umfangsrichtung des Diffusorströmungskanals 21 gesehen keine Gleichverteilung der Strömungsaustrittskanten 23 vorgesehen, vielmehr ist vorzugsweise an den ersten Umfangspositionen die Gleichverteilung der Strömungsaustrittskanten 23, die alle auf der zweiten Kreiskontur 30 liegen, aufgehoben, um so der Gefahr instationärer Strömungsphänomene, die zu einer asynchronen Anregung der offenen Laufrädern führen können, zu reduzieren.

[0031] Nach dem ersten Aspekt der Erfindung ist es in einem ersten Extremfall möglich, dass ausschließlich an einer einzigen Umfangspositionen des Diffusorströmungskanals 21 die entsprechende Strömungsaustrittskante 23 einen anderen Abstand zu den jeweils benachbarten Strömungsaustrittskanten 23 aufweist, dass hingegen an den anderen Umfangspositionen die Strömungsaustrittskanten 23 hinsichtlich ihrer Umfangspositionen gleichverteilt sind.

[0032] Ebenso ist es nach dem ersten Aspekt der Erfindung in einem zweiten Extremfall möglich, dass an allen Umfangspositionen des Diffusorströmungskanals 21 die Strömungsaustrittskanten 23 zu den jeweils benachbarten Strömungsaustrittskanten 23 jeweils unterschiedliche Abstände aufweisen.

[0033] An den zweiten Umfangspositionen des Diffusorströmungskanals 21 weisen die jeweiligen statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 vorzugsweise alle identische, zweite Staffelungswinkel auf.

[0034] Die an der oder jeder ersten Umfangsposition positionierten statorseitigen Leitschaufeln 20 hingegen weisen vorzugsweise einen ersten Staffelungswinkel auf, der vom zweiten Staffelungswinkel abweicht, insbesondere um $\pm 10^\circ$, bevorzugt um $\pm 7^\circ$, besonders bevorzugt um $\pm 5^\circ$, meist bevorzugt um $\pm 3^\circ$.

[0035] Nach dem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung wird demnach vorgeschlagen, zur Reduzierung der Gefahr instationärer Strömungsphänomene, die zu einer asynchronen Anregung der offenen Laufrädern führen können, die Strömungsaustrittskanten 23 ausgewählter statorseitiger Leitschaufeln 20 des Diffusors 19

in Umfangsrichtung zu versetzen, vorzugsweise unter Aufhebung bzw. Unterbrechung der sonst in Umfangsrichtung des Diffusorströmungskanals 21 gesehen gleichverteilten Strömungsaustrittskanten 23.

[0036] In einem Extremfall können die Strömungsaustrittskanten 23 aller statorseitiger Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 zu den jeweils benachbarten Strömungsaustrittskanten 23 unterschiedliche Abstände aufweisen.

[0037] Wie Fig. 2 entnommen werden kann, kann eine Strömungsaustrittskante 23" (siehe gestrichelter Verlauf der in Fig. 2 rechten Leitschaukel) in Richtung auf die Druckseite 25 der jeweiligen benachbarten Leitschaukel 20 oder eine Strömungsaustrittskante 23' (siehe gestrichelter Verlauf der in Fig. 2 linken Leitschaukel) in Richtung auf die Saugseite 24 der jeweiligen benachbarten Leitschaukel 20 in Umfangsrichtung verlagert werden, und zwar derart, dass nach wie vor alle Strömungsaustrittskanten 23 auf der zweiten Kreiskontur 30 liegen.

[0038] Dies entspricht einer Veränderung des Staffelungswinkels der statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 an ausgewählten Umfangspositionen. An ausgewählten zweiten Umfangspositionen des Diffusors 19 verfügen die jeweiligen statorseitigen Leitschaufeln 20 über abweichende Staffelungswinkel.

[0039] Diejenigen ausgewählten Leitschaufeln 20, die im Vergleich zu den übrigen statorseitigen Leitschaufeln 20 einen unterschiedlichen Staffelungswinkel aufweisen, sind dadurch gekennzeichnet, dass deren Staffelungswinkel insbesondere um $\pm 10^\circ$, besonders bevorzugt um $\pm 5^\circ$, von den Staffelungswinkeln der übrigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 abweicht.

[0040] Durch die obigen Maßnahmen des ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung kann an definierten Umfangspositionen in ungleichmäßigen Umfangsabständen eine etwas höhere oder eine etwas geringere Belastung aus die Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 ausgeprägt werden. Die Gefahr instationärer Strömungsphänomene, die zu einer asynchronen Anregung der offenen Laufrädern führen können, kann so reduziert werden.

[0041] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung (siehe Fig. 3) wird zur Reduzierung der Gefahr instationärer Strömungsphänomene, die zu einer asynchronen Anregung der offenen Laufrädern führen können, vorgeschlagen, dass sowohl die auf der ersten Kreiskontur 29 positionierten Strömungseintrittskanten 22 der statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 als auch die auf der zweiten Kreiskontur 30 positionierten Strömungsaustrittskanten 23 der statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 in Umfangsrichtung gleichverteilt sind, also jeweils identische Umfangsabstände aufweisen.

[0042] Nach dem zweiten Aspekt der Erfindung weist jedoch mindestens eine statorseitige Leitschaukel 20 des Diffusors 19 zwischen der Strömungseintrittskante 22 und der Strömungsaustrittskante 23 eine abweichende Krümmung auf, nämlich eine Saugseite 24' und eine Druckseite 25' mit gegenüber den anderen Leitschaufeln 20 abweichender Krümmung. Dies ist in Fig. 3 durch den

gestrichelten Verlauf für die mittlere Leitschaufel 20 gezeigt.

[0043] Nach dem zweiten Aspekt der Erfindung ist es in einem ersten Extremfall möglich, dass ausschließlich eine einzige statorseitige Leitschaufel 20 des Diffusors 19 eine abweichende Krümmung aufweist, dass hingegen alle anderen statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 identische Krümmungen aufweisen.

[0044] Ebenso ist es nach dem zweiten Aspekt der Erfindung in einem zweiten Extremfall möglich, dass an alle statorseitige Leitschaufel 20 des Diffusors 19 voneinander abweichende Krümmungen aufweisen.

[0045] Bevorzugt ist es, den ersten Aspekt der Erfindung und den zweiten Aspekt der Erfindung in Kombination miteinander zur Reduzierung der Gefahr instationärer Strömungsphänomene, die zu einer asynchronen Anregung der offenen Laufrädern führen können, an der Radialverdichterstufe einzusetzen.

[0046] Ein dritter Aspekt der hier vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 4 erörtert.

[0047] Nach dem dritten Aspekt der Erfindung wird zur Reduzierung der Gefahr instationärer Strömungsphänomene, die zu einer asynchronen Anregung der offenen Laufrädern führen können, vorgeschlagen, an mindestens einer ersten Umfangsposition des Diffusorströmungskanals 21 einen zwischen benachbarten statorseitigen Leitschaufeln 20 des Diffusors 19 ausgebildeten Diffusorströmungskanalabschnitt 33 derart zu verändern, dass derselbe gegenüber den an zweiten Umfangspositionen ausgebildeten Diffusorströmungskanalabschnitten einen abweichenden Strömungsquerschnitt aufweist.

[0048] So kann Fig. 4 entnommen werden, dass an einer ersten Umfangsposition des Diffusors 19 zwischen benachbarten statorseitigen Leitschaufeln 20 der jeweilige Diffusorströmungskanalabschnitt 33 einen reduzierten Strömungsquerschnitt aufweist, nämlich dadurch, dass den jeweiligen Diffusorströmungskanalabschnitt 33 begrenzende, statorseitige Seitenwände 31, 32 unter Verringerung des Strömungsquerschnitts des jeweiligen Diffusorströmungskanalabschnitts 33 nach innen hinein gewölbt sind. Es sei darauf hingewiesen, dass auch lediglich eine dieser statorseitigen, dem jeweiligen Diffusorströmungskanalabschnitt 33 begrenzenden Seitenwände 31, 32 in den jeweiligen Diffusorströmungskanalabschnitt 33 hinein gewölbt sein kann. Ebenso ist es möglich, an ausgewählten Umfangspositionen den jeweiligen Diffusorströmungskanalabschnitt bezüglich seines Strömungsquerschnitts aufzuweiten, wobei dann mindestens eine dieser Seitenwände 31, 32 nach außen in den Stator 12 hinein gewölbt ist.

[0049] Nach dem dritten Aspekt ist es in einem ersten Extremfall möglich, dass ausschließlich an einer einzigen Umfangsposition des Diffusorströmungskanals 21 der entsprechende Diffusorströmungskanalabschnitt 33 einen abweichenden Strömungsquerschnitt aufweist, dass hingegen aller anderen Diffusorströmungskanalab-

schnitte 33 identische Strömungsquerschnitte aufweisen.

[0050] Ebenso ist es nach dem dritten Aspekt der Erfindung in einem zweiten Extremfall möglich, dass an allen Umfangspositionen des Diffusorströmungskanals 21 die Diffusorströmungskanalabschnitte 33 jeweils unterschiedliche Strömungsquerschnitte aufweisen.

[0051] Die Maßnahmen des dritten Aspekts können in Kombination mit den Maßnahmen des ersten Aspekts und/oder den Maßnahmen des zweiten Aspekts zum Einsatz kommen. Bevorzugt kommen die Maßnahmen des dritten Aspekts in Kombination mit den Maßnahmen des ersten Aspekts und mit den Maßnahmen des zweiten Aspekts an einer Radialverdichterstufe zum Einsatz.

Bezugszeichenliste

[0052]

10	Laufrad
11	Laufradschaufel
12	Stator
13	Laufradströmungskanal
14	Nabenkontur
15	Statorkontur
16	Strömungseintrittskante
17	Strömungsaustrittskante
18	Außenfläche
19	Diffusor
20	Leitschaufel
21	Diffusorströmungskanal
22	Strömungseintrittskante
23	Strömungsaustrittskante
24	Saugseite
25	Druckseite
26	Zwischenströmungskanal
27	Rückseite
28	Radseitenraum
29	Kreiskontur
30	Kreiskontur
31	Seitenwand
32	Seitenwand
33	Diffusorströmungskanalabschnitt
34	Spalt

Patentansprüche

1. Radialverdichterstufe, die ein gegenüber einem Stator (12) rotierendes Laufrad (10) mit mehreren rotorseitigen Laufradschaufeln (11) und einen in Strömungsrichtung stromabwärts des Laufrads (10) positionierten Diffusor (19) mit mehreren statorseitigen Leitschaufeln (20) umfasst, und wobei zwischen dem Laufrad (10) und dem Stator (12) ein Radseitenraum (28) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** Strömungseintrittskanten (22) der statorseitigen

- Leitschaufeln (20) auf einer ersten Kreiskontur (29) liegen, nämlich derart, dass die Strömungseintrittskanten (22) aller statorseitigen Leitschaufeln (20) zu den Strömungseintrittskanten (22) der jeweils benachbarten Leitschaufeln (20) einen identischen Abstand aufweisen;
 Strömungsaustrittskanten (23) der statorseitigen Leitschaufeln (20) auf einer zweiten Kreiskontur (30) liegen, nämlich derart, dass an mindestens einer ersten Umfangsposition die Strömungsaustrittskante (23) der jeweiligen statorseitigen Leitschaufel (20) zu der Strömungsaustrittskante (23) mindestens einer benachbarten Leitschaufeln (20) einen anderen Abstand aufweist als an zweiten Umfangspositionen.
2. Radialverdichterstufe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den zweiten Umfangspositionen die jeweiligen statorseitigen Leitschaufeln (20) alle identische, zweite Staffelungswinkel aufweisen; und an der oder jeder ersten Umfangspositionen die jeweilige statorseitigen Leitschaufeln (20) einen ersten Staffelungswinkel aufweist, der vom zweiten Staffelungswinkel abweicht.
3. Radialverdichterstufe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**, der erste Staffelungswinkel vom zweiten Staffelungswinkel um $\pm 10^\circ$, bevorzugt um $\pm 7^\circ$, besonders bevorzugt um $\pm 5^\circ$, abweicht.
4. Radialverdichterstufe, die ein gegenüber einem Stator (12) rotierendes Laufrad (10) mit mehreren rotorseitigen Laufradschaufeln (11) und einen in Strömungsrichtung stromabwärts des Laufrads (10) positionierten Diffusor (19) mit mehreren statorseitigen Leitschaufeln (20) umfasst, und wobei zwischen dem Laufrad (10) und dem Stator (12) ein Radseitenraum (28) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine statorseitige Leitschaufel (20) eine von den anderen statorseitigen Leitschaufeln (20) abweichende Krümmung aufweist.
5. Radialverdichterstufe, die ein gegenüber einem Stator (12) rotierendes Laufrad (10) mit mehreren rotorseitigen Laufradschaufeln (11) und einen in Strömungsrichtung stromabwärts des Laufrads (10) positionierten Diffusor (19) mit mehreren statorseitigen Leitschaufeln (20) umfasst, und wobei zwischen dem Laufrad (10) und dem Stator (12) ein Radseitenraum (28) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an mindestens einer ersten Umfangsposition ein zwischen benachbarten statorseitigen Leitschaufeln (20) ausgebildeter Diffusorströmungskanalabschnitt (33) einen gegenüber den an zweiten Umfangspositionen ausgebildeten Diffusorströmungskanalabschnitten abweichenden Strömungsquerschnitt aufweist.
6. Radialverdichterstufe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** gegenüber den zweiten Umfangspositionen an der oder jeder ersten Umfangsposition zwischen den benachbarten statorseitigen Leitschaufeln (20) mindestens eine den Diffusorströmungskanalabschnitt (33) begrenzende Seitenwand (31, 32) unter Verringerung des Strömungsquerschnitts nach innen in den Diffusorströmungskanalabschnitt (33) hinein und/oder unter Vergrößerung des Strömungsquerschnitts nach außen in den Stator (12) hinein gewölbt ist.

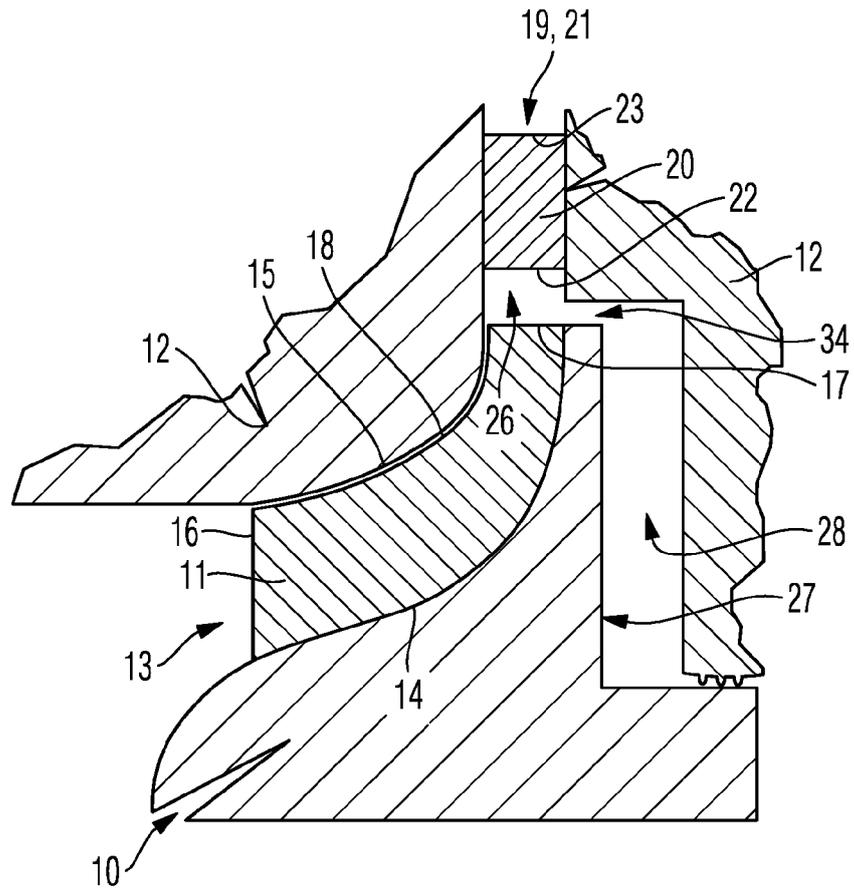


Fig. 1

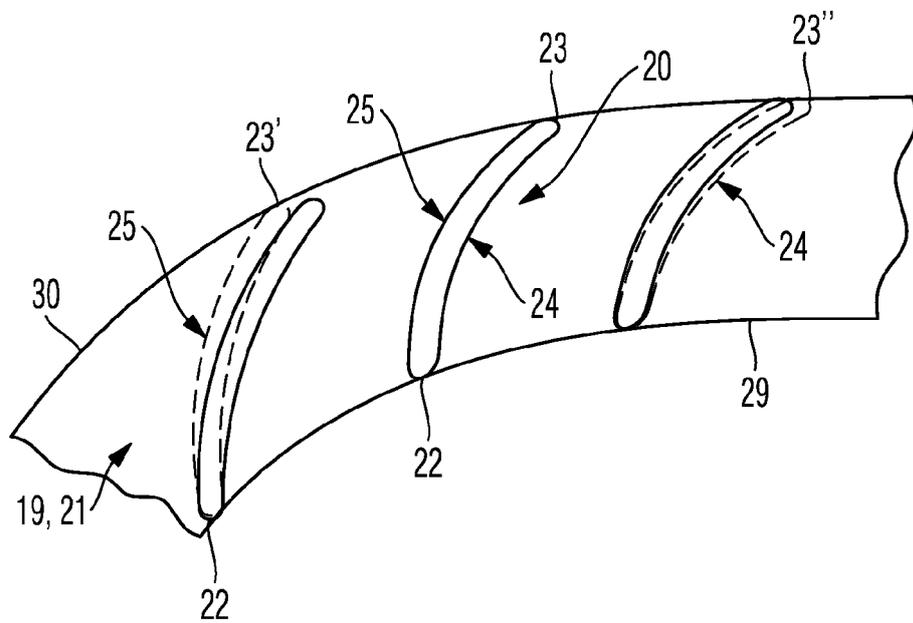


Fig. 2

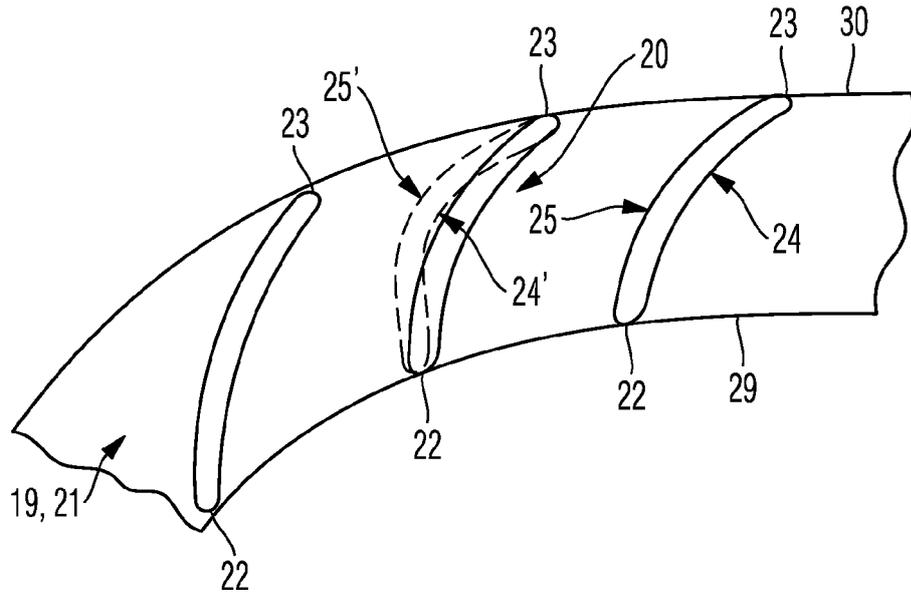


Fig. 3

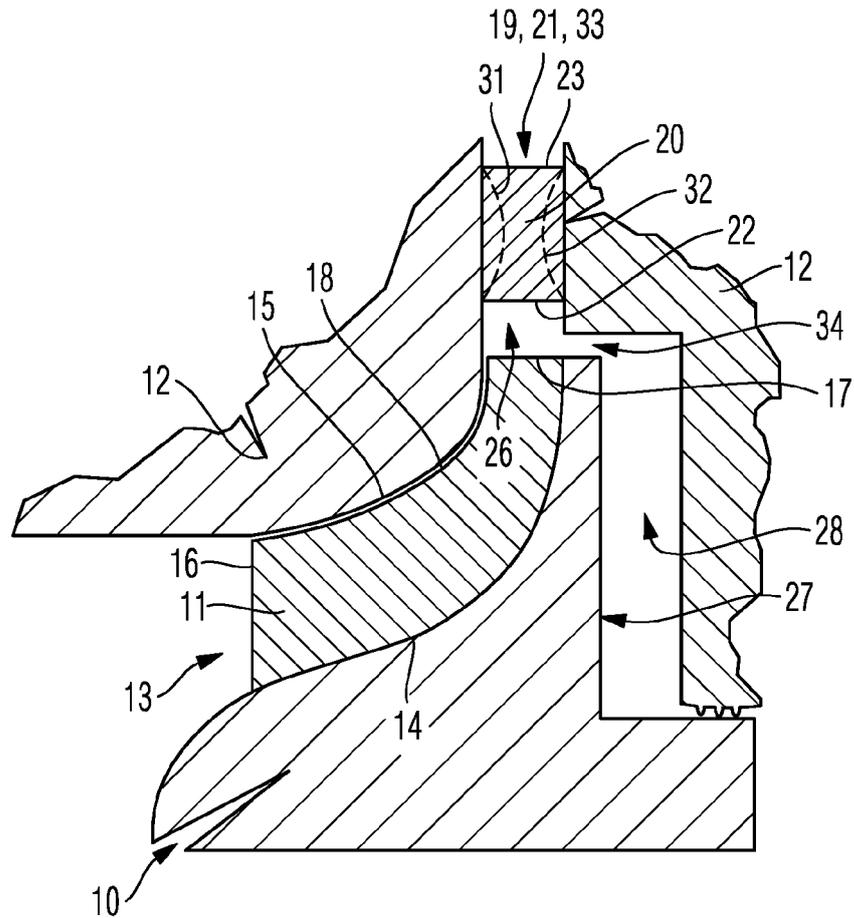


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19502808 C2 [0002] [0003]
- DE 19502802 C2 [0004]
- DE 102007019264 A1 [0005]
- EP 2014925 A1 [0006]