



(10) **DE 10 2015 006 458 A1** 2015.12.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 006 458.4**

(22) Anmeldetag: **20.05.2015**

(43) Offenlegungstag: **03.12.2015**

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

(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

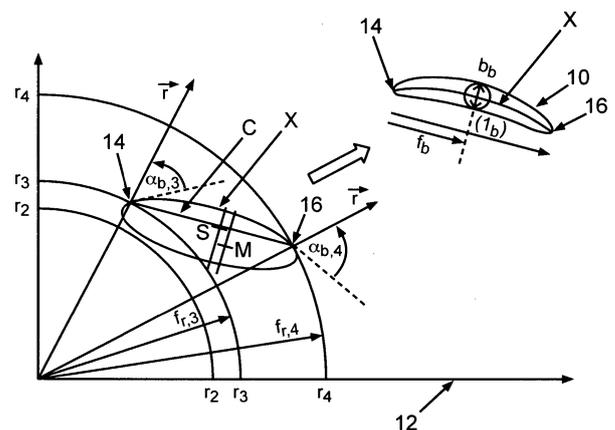
(72) Erfinder:
**Wöhr, Michael, 74214 Schöntal, DE; Müller,
Markus, Dr.-Ing., 71332 Waiblingen, DE; Chebli,
Elias, Dr.-Ing., 73760 Ostfildern, DE**

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Leitschaufel für einen Diffusor eines Radialverdichters**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Leitschaufel (10) für einen stromab eines Aufnahmebereichs für ein Verdichterrad angeordneten Diffusor eines Radialverdichters, mit einer Skelettlinie (X), wobei die Skelettlinie (X) zumindest in einem Teilbereich ellipsenförmig ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leitschaufel für einen Diffusor eines Radialverdichters gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Derartige Leitschaufeln für Diffusoren von Radialverdichtern sind aus dem allgemeinen Stand der Technik bereits hinlänglich bekannt. Üblicherweise weist der Radialverdichter einen Aufnahmebereich auf, in welchem ein Verdichterrad des Radialverdichters aufnehmbar beziehungsweise – im fertig hergestellten Zustand des Radialverdichters – aufgenommen ist. Ferner weist der Radialverdichter einen stromab des Aufnahmebereichs angeordneten Diffusor auf, welcher sich beispielsweise zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung erstreckt. Während des Betriebs des Radialverdichters wird mittels des Verdichterrads Luft verdichtet, welche das Verdichterrad abströmt und den Diffusor durchströmt.

[0003] Die zuvor genannte Leitschaufel ist in dem beispielsweise als Radialdiffusor ausgebildeten Diffusor anordenbar beziehungsweise – im fertig hergestellten Zustand des Radialverdichters – angeordnet und dient zum Leiten der den Diffusor durchströmenden Luft. Dabei weist die Leitschaufel eine Skelettlinie auf, wobei die Leitschaufel beispielsweise als Tragflächenprofil ausgebildet sein kann.

[0004] Üblicherweise sind in dem Diffusor mehrere Leitschaufeln angeordnet, welche in Umfangsrichtung des Verdichterrads über dessen Umfang aufeinanderfolgend angeordnet sind. Durch die mehreren Leitschaufeln ist eine Leiteinrichtung gebildet, welche auch als Nachleitgitter bezeichnet wird. Die Leiteinrichtung ist nämlich in Strömungsrichtung der Luft stromab des Verdichterrads beziehungsweise des Aufnahmebereichs angeordnet und sorgt für vorteilhafte Strömungsbedingungen im Diffusor.

[0005] Ferner offenbart die WO 2006/053579 A1 einen Turbolader mit einer Turbine, welche ein Turbinenrad und ein stromauf des Turbinenrads angeordnetes Leitgitter mit einer Mehrzahl von Leitschaufeln umfasst.

[0006] Herkömmliche Leitschaufeln, welche bei herkömmlichen Radialverdichtern zum Einsatz kommen und dabei im Diffusor angeordnet beziehungsweise anordenbar sind, weisen Schaufelgeometrien auf, welche zu ungünstigen und somit unvorteilhaften Strömungsbedingungen im Diffusor führen. Bei einer solchen Schaufelgeometrie handelt es sich beispielsweise um eine Geometrie in Form eines Profiltropfens, welcher zu einer starken Verengung eines von der Luft durchströmbareren Strömungskanals führt, so dass der Strömungskanal von einem nur geringen maximalen Massenstrom der Luft durchströmt werden kann. Eine weitere Schaufelgeometrie ist das so

genannte NACA-Profil, welches für Flugzeugtragflächen optimiert ist, jedoch für hohe Verluste im Diffusor sorgt. Eine weitere Schaufelgeometrie ist die so genannte Keilschaufel, welche zu hohen Verlusten durch eine schlagartige Kanalvergrößerung am Schaufelende führt. Ist die jeweilige Leitschaufel beispielsweise als gerade Schaufel mit konstanter Dicke ausgebildet, so führt dies zu einer unerwünscht starken Verzögerung der Strömung der Luft, woraus hohe Verluste resultieren. Eine weitere Schaufelgeometrie ist die so genannte Circular-Arc-Geometrie mit konstanter Dicke. Hierbei existiert eine nur unzureichend hohe Anzahl an freien Geometrieparametern und diese Schaufelgeometrie führt zu starken Verzögerungen insbesondere im Mittelteil der Leitschaufel.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Leitschaufel der eingangs genannten Art derart weiter zu entwickeln, dass besonders vorteilhafte Strömungsbedingungen im Diffusor realisiert werden können.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Leitschaufel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Um eine Leitschaufel der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiter zu entwickeln, dass besonders vorteilhafte Strömungsbedingungen im Diffusor realisiert werden können, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Skelettlinie zumindest in einem Teilbereich ellipsenförmig ausgebildet ist.

[0010] Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die gesamte Skelettlinie, das heißt entlang ihrer gesamten Erstreckung ellipsenförmig ausgebildet ist. Durch den Einsatz einer Leitschaufel mit einer ellipsenförmigen Skelettlinie kann eine zumindest nahezu gleichmäßige Verzögerung in einem durch die Leitschaufel zumindest teilweise begrenzten Strömungskanal realisiert werden ohne dass es zu einer übermäßigen Einschnürung an der Vorderkante der Schaufel kommt. Darüber hinaus besteht durch den Einsatz einer Leitschaufel mit einer ellipsenförmigen Skelettlinie ein hohes Maß an freien Geometrieparametern.

[0011] Zur Erfindung gehört auch ein Radialverdichter, insbesondere für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Aufnahmebereich für ein Verdichterrad des Radialverdichters, mit einem stromab des Aufnahmebereichs angeordneten Diffusor, und mit wenigstens einer in dem Diffusor angeordneten, erfindungsgemäßen Leitschaufel. Der Diffusor an sich ist ein von Luft durchströmbarer Strömungskanal, wobei die Luft mittels des Verdichterrads verdichtet wird, vom Verdichterrad abströmt

und den Diffusor durchströmt. Dadurch, dass die Leitschaufel eine zumindest im Wesentlichen ellipsenförmige Skelettlinie aufweist, können im Diffusor besonders vorteilhafte Strömungsbedingungen ohne übermäßige Nachteile realisiert werden, so dass sich ein besonders effizienter Betrieb des Radialverdichters realisieren lässt.

[0012] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in der einzigen Figur alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0013] Die Zeichnung zeigt in der einzigen Figur eine schematische Schnittansicht einer Leitschaufel für einen stromab eines Aufnahmebereichs für ein Verdichterrad angeordneten Diffusor eines Radialverdichters, mit einer Skelettlinie, welche zumindest in einem Teilbereich ellipsenförmig ausgebildet ist.

[0014] Die Fig. zeigt in einer schematischen Schnittansicht eine im Ganzen mit **10** bezeichnete Leitschaufel für einen stromab eines Aufnahmebereichs für ein Verdichterrad angeordneten Diffusor eines Radialverdichters. Der Radialverdichter ist vorzugsweise Bestandteil eines Abgasturboladers, mit welchem eine beispielsweise als Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ausgebildete Verbrennungskraftmaschine eines Kraftwagens ausgestattet ist. Dabei ist die Verbrennungskraftmaschine zum Abtreiben des Kraftwagens ausgebildet und umfasst einen von Abgas der Verbrennungskraftmaschine durchströmbaren Abgastrakt sowie einen von Luft durchströmbaren Ansaugtrakt. Mittels des Ansaugtrakts wird die den Ansaugtrakt durchströmende Luft in wenigstens einen Brennraum, insbesondere Zylinder, der Verbrennungskraftmaschine geführt.

[0015] Der Abgasturbolader weist eine Turbine auf, die in dem Abgastrakt angeordnet und von dem Abgas antreibbar ist. Hierzu umfasst die Turbine ein Turbinengehäuse sowie ein in dem Turbinengehäuse angeordnetes Turbinenrad, welches von dem Abgas antreibbar ist. Das Turbinenrad ist um eine Drehachse relativ zu dem Turbinengehäuse drehbar und Bestandteil eines Rotors des Abgasturboladers. Der Rotor umfasst ferner das zuvor genannte Verdichterrad sowie eine Welle, mit welcher das Turbinenrad und das Verdichterrad drehfest verbunden sind. Dadurch ist das Verdichterrad über die Welle von dem Turbinenrad antreibbar, so dass – während des Betriebs des Radialverdichters – Luft mittels des Ver-

dichterrads verdichtet wird. Dadurch kann im Abgas enthaltene Energie zum Verdichten der Luft genutzt werden.

[0016] Der Radialverdichter ist in dem Ansaugtrakt angeordnet und umfasst ein Verdichtergehäuse, in welchem das Verdichterrad angeordnet ist. Dabei ist das Verdichterrad beziehungsweise der Rotor um die genannte Drehachse relativ zu dem Verdichtergehäuse drehbar. Der genannte Aufnahmebereich, in welchem das Verdichterrad angeordnet ist, ist durch das Verdichtergehäuse begrenzt.

[0017] Der Radialverdichter weist ferner den zuvor genannten Diffusor auf, welcher in Strömungsrichtung der Luft durch den Radialverdichter stromab des Aufnahmebereichs und somit des Turbinenrads angeordnet ist. Der Diffusor ist ein Kanal, welcher von der mittels des Verdichterrads verdichteten und vom Verdichterrad abströmenden Luft durchströmbare ist beziehungsweise während des Betriebs des Radialverdichters durchströmt wird. Vorzugsweise ist der Diffusor als Radialdiffusor ausgebildet, wobei sich der Diffusor zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung erstreckt.

[0018] Der Radialverdichter umfasst ferner eine Leiteinrichtung, welche auch als Nachleitgitter bezeichnet wird. Die Leiteinrichtung umfasst eine Mehrzahl von in dem Diffusor und somit stromab des Aufnahmebereichs beziehungsweise des Verdichterrads angeordneten Leitschaufeln, von denen in der Fig. die mit **10** bezeichnete Leitschaufel gezeigt ist. Die in dem Diffusor angeordneten Leitschaufeln dienen zum Leiten der den Diffusor durchströmenden Luft, so dass vorteilhafte Strömungsbedingungen im Diffusor realisiert werden können. Die vorigen und folgenden Ausführungen zur Leitschaufel **10** können ohne weiteres auf die anderen Leitschaufeln des Nachleitgitters übertragen werden.

[0019] Aus der Fig. ist erkennbar, dass die Leitschaufel **10** eine Skelettlinie X aufweist. Um nun besonders vorteilhafte Strömungsbedingungen in dem Diffusor realisieren zu können, ist die Skelettlinie X zumindest in einem Teilbereich ellipsenförmig ausgebildet. Vorliegend ist es vorgesehen, dass die gesamte Skelettlinie X ellipsenförmig ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass die Skelettlinie X entlang ihrer gesamten Erstreckung ellipsenförmig, das heißt als Teil einer Ellipse ausgebildet ist.

[0020] Die Fig. zeigt auch ein Diagramm **12**, welches als Hilfsdiagramm zum Konstruieren der Skelettlinie X verwendet wird. Aus der Fig. ist besonders gut erkennbar, dass die Skelettlinie X der Leitschaufel **10** als Ellipse mit elliptischer Aufdickung über die Länge der Sehne C der Leitschaufel **10** konstruiert wird. Die Leitschaufel **10** weist dabei einen Schaufeleintritt **14** auf, über welchen die Leitschaufel **10** während

des Betriebs des Radialverdichters von der Luft angeströmt wird. Ferner weist die Leitschaufel **10** einen Schaufelaustritt **16** auf, über welchen die Luft die Leitschaufel **10** abströmt. Der Schaufeleintritt **14** und der Schaufelaustritt **16** schneiden eine gemeinsame Gerade und definieren so die Sehne C.

[0021] Da die Skelettlinie X ellipsenförmig ausgebildet ist, wird die Skelettlinie X im Folgenden auch als Ellipse bezeichnet. Die Ellipse weist genau zwei Schnittwinkel mit der Sehne C auf, wobei die Schnittwinkel der Ellipse mit der Sehne C der Leitschaufel **10** jeweils, das heißt einzeln betrachtet, geringer als 45° und gemeinsam, das heißt in Summe, stets geringer als 80° sind.

[0022] Mit $f_{r,3}$ ist ein Eintrittsradius der Leitschaufel **10** bezeichnet, wobei mit $f_{r,4}$ ein Austrittsradius der Leitschaufel **10** bezeichnet ist. Der Eintrittsradius $f_{r,3}$ ist in der Fig. auch durch r_3 veranschaulicht, wobei der Austrittsradius $f_{r,4}$ auch durch r_4 veranschaulicht ist. Ferner ist in der Fig. ein Radius r_2 erkennbar. Darüber hinaus weist die Leitschaufel **10** einen Eintrittswinkel $\alpha_{b,3}$ und einen Austrittswinkel $\alpha_{b,4}$ auf, wobei die Leitschaufel **10**, insbesondere ihr Eintrittsbereich, in welchem die Leitschaufel **10** von Luft angeströmt wird, den Eintrittswinkel $\alpha_{b,3}$ mit der Radialen einschließt. Ferner schließt die Leitschaufel **10**, insbesondere ihr Austrittsbereich, über welchem die Leitschaufel **10** von der Luft abgeströmt wird, den Austrittswinkel $\alpha_{b,4}$ mit der Radialen ein, wobei diese Radiale in der Fig. jeweils mit \vec{r} veranschaulicht ist.

[0023] Ferner weist die Leitschaufel **10** eine maximale Dicke d_b und eine sogenannte Dickenrücklage f_b auf. Die Länge der Sehne C ist ferner mit l_b bezeichnet. Darüber hinaus hat es sich als besonders vorteilhaft gezeigt, wenn der Mittelpunkt M der Ellipse bezüglich der Sehnenachse der Leitschaufel **10** nicht weiter als die Hälfte der Länge l_b der Sehne C vom Mittelpunkt S der Sehne C entfernt liegt.

[0024] Durch die in der Fig. veranschaulichte Ausgestaltung der Leitschaufel **10** kann in einem zumindest teilweise durch die Leitschaufel **10** begrenzten Strömungskanal, welcher von der Luft durchströmbar ist, eine zumindest im Wesentlichen gleichmäßige Verzögerung ohne übermäßige Einschnürung an der Schaufelvorderkante realisiert werden, wobei gleichzeitig ein besonders hohes Maß an freien Geometrieparametern darstellbar ist. Dadurch lässt sich für den vorzugsweise als Radialdiffusor ausgebildeten Diffusor ein Nachleitgitterdesign mit elliptischer Charakteristik schaffen, wodurch besonders vorteilhafte Strömungsbedingungen im Diffusor darstellbar sind.

Bezugszeichenliste

10	Leitschaufel
12	Diagramm
14	Schaufeleintritt
16	Schaufelaustritt
C	Sehne
S	Mittelpunkt
M	Mittelpunkt
X	Skelettlinie
d_b	maximale Dicke
f_b	Dickenrücklage
$f_{r,3}$	Eintrittsradius
$f_{r,4}$	Austrittsradius
l_b	Länge
r_2	Radius
r_3	Eintrittsradius
r_4	Austrittsradius
\vec{r}	Radiale
$\alpha_{b,3}$	Eintrittswinkel
$\alpha_{b,4}$	Austrittswinkel

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2006/053579 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Leitschaufel (**10**) für einen stromab eines Aufnahmebereichs für ein Verdichterrad angeordneten Diffusor eines Radialverdichters, mit einer Skelettlinie (X), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Skelettlinie (X) zumindest in einem Teilbereich ellipsenförmig ausgebildet ist.

2. Leitschaufel (**10**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gesamte Skelettlinie (X) ellipsenförmig ausgebildet ist.

3. Leitschaufel (**10**) nach Anspruchs 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schaufeleintritt und ein Schaufelaustritt der Leitschaufel (**10**) unter Definieren der Sehne (C) der Leitschaufel (**10**) eine gemeinsame Gerade schneiden.

4. Leitschaufel (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnittwinkel der Ellipse mit der Sehne (C) der Leitschaufel (**10**) jeweils geringer als 45 Grad und in Summe geringer als 80 Grad sind.

5. Leitschaufel (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entfernung des Mittelpunkts (M) der Ellipse von dem Mittelpunkt (S) der Sehne (C) der Leitschaufel (**10**) bezüglich der Sehnenachse höchstens die Hälfte der Länge (l_b) der Sehne (C) beträgt.

6. Radialverdichter, insbesondere für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Aufnahmebereich für ein Verdichterrad des Radialverdichters, mit einem stromab des Aufnahmebereichs angeordneten Diffusor, und mit wenigstens einer in dem Diffusor Leitschaufel (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

7. Abgasturbolader für eine Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftwagens, mit einem Radialverdichter nach Anspruch 6.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

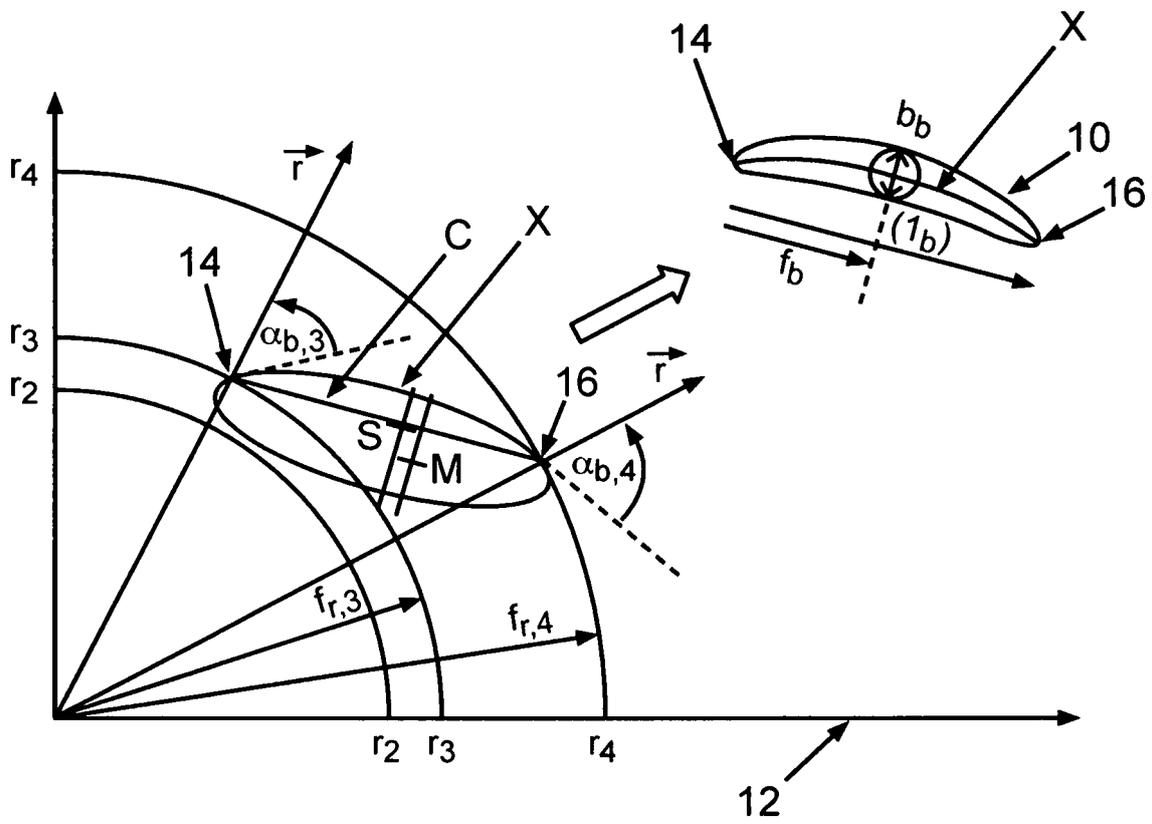


Fig.