

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. November 2016 (24.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/184551 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 29/28 (2006.01) F04D 29/44 (2006.01)
F04D 29/30 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/000765

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Mai 2016 (10.05.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 006 459.2 20. Mai 2015 (20.05.2015) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse
137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: WÖHR, Michael; Irisweg 14, 70374 Stuttgart
(DE). MUELLER, Markus; Fuggerstr. 51, 71332
Waiblingen (DE). CHEBLI, Elias; Obere Str. 20/3, 71134
Aidlingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: RADIAL COMPRESSOR, IN PARTICULAR FOR A TURBOCHARGER OF AN INTERNAL COMBUSTION
ENGINE

(54) Bezeichnung : RADIALVERDICHTER, INSBESONDERE FÜR EINEN ABGASTURBOLADER EINER
VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE

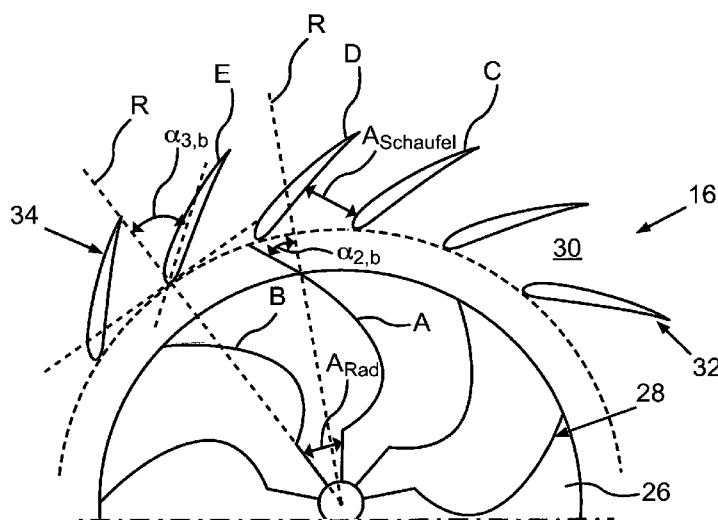


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to a radial compressor (16), in particular for a turbocharger of an internal combustion engine, comprising a compressor wheel (26) that includes at least one compressor blade (A) having a blade trailing angle ($\alpha_{2,b}$), and comprising a diffuser (30) which is located downstream of the compressor wheel (26) and in which at least one guide vane (C) having a vane leading angle ($\alpha_{3,b}$) is arranged, the sum of the blade trailing angle ($\alpha_{2,b}$) and the vane leading angle ($\alpha_{3,b}$) being at least 104 degrees.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Radialverdichter (16), insbesondere für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Verdichterrad (26), welches wenigstens eine Verdichterschaukel (A) mit einem Schaukelaustrittswinkel ($\alpha_{2,b}$) aufweist, und mit einem stromab des Verdichterrads (26) angeordneten Diffusor (30), in welchem wenigstens eine Leitschaukel (C) mit einem Schaukelaustrittswinkel ($\alpha_{3,b}$) angeordnet ist, wobei die Summe des Schaukelaustrittswinkels ($\alpha_{2,b}$) und des Schaukelaustrittswinkels ($\alpha_{3,b}$)

mindestens 104 Grad beträgt.

Radialverdichter, insbesondere für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine

Die Erfindung betrifft einen Radialverdichter, insbesondere für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Ein solcher Radialverdichter, insbesondere für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine, ist beispielsweise bereits der WO 2009/007404 A1 als bekannt zu entnehmen. Der Radialverdichter weist ein Verdichterrad auf, welches wenigstens eine Verdichterschaukel mit einem Schaukelaustrittswinkel aufweist. Das Verdichterrad ist beispielsweise in einem Gehäuse des Radialverdichters aufgenommen und dabei um eine Drehachse relativ zu dem Gehäuse drehbar. Während des Betriebs des Radialverdichters wird den Radialverdichter durchströmende Luft mittels des Verdichterrads, insbesondere der Verdichterschaukel, verdichtet. Dabei strömt die Luft beispielsweise das Verdichterrad zumindest im Wesentlichen in axialer Richtung des Verdichterrads an und wird mittels des Verdichterrads zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung umgelenkt, sodass die Luft das Verdichterrad, insbesondere die Verdichterschaukel, beispielsweise zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung abströmt.

Der Radialverdichter weist ferner einen stromab des Verdichterrads angeordneten Diffusor auf, in welchem wenigstens eine Leitschaukel mit einem Schaukeleintrittswinkel angeordnet ist. Der Diffusor ist ein Strömungskanal, welcher sich beispielsweise zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung erstreckt und von der verdichteten und von dem Verdichterrad abströmenden Luft durchströmbar ist. Die Leitschaukel dient dabei zum Leiten der verdichteten Luft, sodass beispielsweise in dem Diffusor besonders vorteilhafte Strömungsbedingungen realisiert werden können.

Derartige Diffusoren für Radialverdichter sind in Kraftfahrzeuganwendungen üblicherweise unbeschaufelt, um eine große Kennfeldbreite zu erzielen. Ist in dem Diffusor wenigstens ein Leitelement in Form einer Leitschaufel angeordnet, so ist der Diffusor als sogenannter beschauelter Diffusor ausgebildet, dessen Auslegungspunkt üblicherweise identisch mit dem Auslegungspunkt des Verdichterrads ist. Dadurch weisen das Verdichterrad und die Leitschaufel beziehungsweise eine die Leitschaufel umfassende und im Diffusor angeordnete Leiteinrichtung ihren jeweiligen Wirkungsgrad bei demselben Massenstrom der Luft auf, was für einen hohen Spitzenwirkungsgrad, jedoch zu einem besonders schmalen Kennfeld führt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Radialverdichter der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders hoher Wirkungsgrad sowie ein besonders breites Kennfeld des Radialverdichters realisiert werden können.

Diese Aufgabe wird durch einen Radialverdichter mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Um einen Radialverdichter der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass sowohl ein besonders hoher Wirkungsgrad als auch ein besonders breites Kennfeld des Radialverdichters realisiert werden können, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Summe des Schaufelaustrittswinkels und des Schaufeleintrittswinkels mindestens 104 Grad beträgt. Die der Erfindung zugrundeliegende Idee ist, dass sich der Auslegungspunkt des Verdichterrads von dem Auslegungspunkt der Leitschaufel beziehungsweise einer die Leitschaufel umfassenden Leiteinrichtung unterscheidet. Durch diese unterschiedlichen Auslegungspunkte des Verdichterrads und der Leitschaufel beziehungsweise der Leiteinrichtung weisen beide Komponenten, das heißt das Verdichterrad und die Leitschaufel beziehungsweise die Leiteinrichtung ihren jeweils höchsten Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Massenströmen auf. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Summe des Schaufelaustrittswinkels und des Schaufeleintrittswinkels mindestens 104 Grad beträgt beziehungsweise ergibt.

Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn das Verdichterrad wenigstens ein in Umfangsrichtung des Verdichterrads auf die Verdichterschaufel folgende, zweite Verdichterschaufel aufweist. Dabei ist in dem Diffusor die zuvor genannte Leiteinrichtung angeordnet, welche die Leitschaufel und wenigstens eine in Umfangsrichtung des

Verdichterrads auf die Leitschaufel folgende und in dem Diffusor angeordnete, zweite Leitschaufel umfasst. Dabei liegt der Quotient von Halsquerschnitt der Leiteinrichtung und Halsquerschnitt des Verdichterrads in einem Bereich von einschließlich 0,4 bis einschließlich 0,8, insbesondere von einschließlich 0,5 bis einschließlich 0,6.

Durch die unterschiedlichen Auslegungspunkte des Verdichterrads und der Leitschaufel beziehungsweise der Leiteinrichtung kann ein besonders breites Kennfeld des Radialverdichters mit einem sehr hohen Wirkungsgrad, insbesondere in einem Hauptfahrbereich, realisiert werden, sodass ein besonders effizienter Betrieb des Radialverdichters darstellbar ist. In der Folge kann ein besonders effizienter Betrieb des Abgasturboladers und der beispielsweise als Hubkolben-Verbrennungsmaschine ausgebildeten Verbrennungskraftmaschine realisiert werden, sodass beispielsweise der Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine besonders gering gehalten werden kann.

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 den Figuren 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.

Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 drei Diagramme, welche Wirkungsgrade von Radialverdichtern veranschaulichen; und

Fig. 2 ausschnittsweise eine schematische Vorderansicht eines Radialverdichters, mit einem Verdichterrads, welches wenigstens eine Verdichterschaukel mit einem Schaufelaustrittswinkel aufweist, und mit einem stromab des Verdichterrads angeordneten Diffusor, in welchem wenigstens eine Leitschaukel mit einem Schaufeleintrittswinkel angeordnet ist, wobei die Summe des Schaufelaustrittswinkels und des Schaufeleintrittswinkels mindestens 104 Grad beträgt.

Fig. 1 zeigt mehrere Diagramme 10, 12 und 14, welche jeweilige Wirkungsgrade von Radialverdichtern veranschaulichen. Die Diagramme 12 und 14 veranschaulichen dabei jeweilige Wirkungsgrade eines in Fig. 2 ausschnittsweise gezeigten und mit 16 bezeichneten Radialverdichters, wobei das Diagramm 10 jeweilige Wirkungsgrade eines von dem Radialverdichter 16 unterschiedlichen, anderen Radialverdichters veranschaulicht.

Der jeweilige Radialverdichter ist beispielsweise Bestandteil eines Abgasturboladers einer Verbrennungskraftmaschine, welche beispielsweise als Hubkolben-Verbrennungsmaschine ausgebildet ist. Die Verbrennungskraftmaschine dient beispielsweise zum Antreiben eines Kraftwagens, insbesondere eines Personenkraftwagens, und weist einen von Abgas der Verbrennungskraftmaschine durchströmbaren Abgastrakt auf. Der Abgasturbolader weist hierbei eine in dem Abgastrakt angeordnete Turbine auf, welche von dem Abgas antreibbar ist. Hierzu umfasst die Turbine ein Turbinengehäuse sowie ein in dem Turbinengehäuse angeordnetes Turbinenrad, welches um eine Drehachse relativ zu dem Turbinengehäuse drehbar und von dem Abgas antreibbar ist. Das Turbinenrad ist Bestandteil eines Rotors, welcher auch eine mit dem Turbinenrad drehfest verbundene Welle umfasst. Die Welle ist dabei zusammen mit dem Turbinenrad um die Drehachse relativ zu dem Turbinengehäuse drehbar.

Die Verbrennungskraftmaschine weist ferner einen von einem Gas in Form von Luft durchströmbaren Ansaugtrakt auf, mittels welchem die Luft in wenigstens einen Brennraum, insbesondere Zylinder, der Verbrennungskraftmaschine geführt wird. Der jeweilige Radialverdichter ist dabei in dem Ansaugtrakt angeordnet und weist ein Verdichtergehäuse sowie ein Verdichterrad auf, welches in dem Verdichtergehäuse angeordnet und um eine Drehachse relativ zu dem Verdichterrad drehbar ist. Das Verdichterrad ist dabei Bestandteil des Rotors und ebenfalls drehfest mit der Welle verbunden, sodass die Drehachse des Verdichterrads mit der Drehachse des Turbinenrads und der Welle zusammenfällt. Durch die drehfeste Verbindung des Verdichterrads mit der Welle ist das Verdichterrad über die Welle von dem Turbinenrad antreibbar, wodurch die den Ansaugtrakt durchströmende Luft mittels des Radialverdichters, insbesondere des Verdichterrads, verdichtet wird. Somit wird im Abgas enthaltene Energie zum Verdichten der Luft genutzt.

Der jeweilige Radialverdichter weist einen stromab des jeweiligen Verdichterrads angeordneten Diffusor auf, welcher von der mittels des Verdichterrads verdichteten und

von dem Verdichterrad abströmenden Luft durchströmbar ist beziehungsweise während des Betriebs des Radialverdichters durchströmt wird. Der Diffusor ist dabei ein von der Luft durchströmbarer Kanal, welcher sich beispielsweise zumindest im Wesentlichen in radialer Richtung erstreckt.

Während des Betriebs des Radialverdichters durchströmt die Luft den Radialverdichter und insbesondere den Diffusor mit einem Massenstrom, wobei dieser Massenstrom auf der jeweiligen Abszisse 18 des jeweiligen Diagramms 10, 12 beziehungsweise 14 aufgetragen ist. Ferner weist das jeweilige Diagramm 10, 12 und 14 eine Ordinate 20 auf, auf welcher – wie im Folgenden noch genauer erläutert wird – ein jeweiliger Wirkungsgrad aufgetragen ist.

Der Diffusor kann unbeschaufelt sein. Dies bedeutet, dass in dem Diffusor keine Leitschaufeln angeordnet sind. In das Diagramm 10 ist dabei ein Verlauf 22 eingetragen, welcher den Wirkungsgrad beziehungsweise Wirkungsgradverlauf des Radialverdichters mit unbeschaufeltem Diffusor veranschaulicht.

Alternativ ist es denkbar, dass der Diffusor beschaufelt ist. Hierbei ist wenigstens eine Leitschaufel zum Leiten der Luft in dem Diffusor angeordnet. Ist der Diffusor als beschaufelter Diffusor ausgebildet, so ist üblicherweise eine in dem Diffusor angeordnete Leiteinrichtung vorgesehen, welche eine Mehrzahl von Leitschaufeln, das heißt wenigstens zwei Leitschaufeln zum Leiten der Luft, die den Diffusor durchströmt, aufweist. In das Diagramm 10 ist ein Verlauf 24 eingetragen, welcher beispielsweise den Wirkungsgrad beziehungsweise Wirkungsgradverlauf des Radialverdichters mit beschaufeltem Diffusor veranschaulicht.

Der anhand des Diagramms 10 veranschaulichte Verdichter mit beschaufeltem Diffusor ist derart ausgebildet, dass das Verdichterrad und die im Diffusor angeordnete Leiteinrichtung denselben Auslegungspunkt aufweisen. Dies bedeutet, dass beide Komponenten (Leiteinrichtung und Verdichterrad) bei dem Radialverdichter mit beschaufeltem Diffusor ihren jeweiligen höchsten Wirkungsgrad bei demselben Massenstrom aufweisen, welcher im Diagramm 10 mit m_1 bezeichnet ist. Dieser Wirkungsgrad der Komponenten und somit des Radialverdichters insgesamt ist besonders hoch, jedoch weist der Radialverdichter mit beschaufeltem Diffusor ein nur sehr schmales Kennfeld auf. Anhand des Verlaufs 22 ist im Vergleich zum Verlauf 24 zu erkennen, dass der Radialverdichter mit unbeschaufeltem Diffusor im jeweiligen

Hauptfahrbereich zwar einen geringeren Wirkungsgrad, jedoch ein wesentlich breiteres Kennfeld aufweist.

Um diesen Zielkonflikt zwischen hohem Wirkungsgrad, insbesondere Spitzenwirkungsgrad, und breitem Kennfeld zu lösen, ist der in Fig. 2 veranschaulichte Radialverdichter 16 folgendermaßen ausgestaltet: Das Verdichterrad des Radialverdichters 16 ist in Fig. 2 ausschnittsweise erkennbar und mit 26 bezeichnet. Ferner sind in Fig. 2 die mit 28 bezeichneten Verdichterschaufeln des Verdichterrads 26 erkennbar. Dabei ist beispielsweise eine erste der Verdichterschaufeln 28 mit A und eine zweite der Verdichterschaufeln 28 mit B bezeichnet, wobei – wie aus Fig. 2 erkennbar ist – die zweite Verdichterschaufel B in Umfangsrichtung des Verdichterrads 26 auf die erste Verdichterschaufel A folgt. Vorliegend folgt die zweite Verdichterschaufel B in Umfangsrichtung des Verdichterrads 26 unmittelbar beziehungsweise direkt auf die erste Verdichterschaufel A. Dies bedeutet, dass zwischen den unmittelbar aufeinanderfolgenden Verdichterschaufeln A und B keine weitere Verdichterschaufel des Verdichterrads 26 angeordnet ist.

Der in Strömungsrichtung der Luft stromab des Verdichterrads 26 angeordnete Diffusor des Radialverdichters 16 ist in Fig. 2 mit 30 bezeichnet. Wie aus Fig. 2 erkennbar ist, ist der Diffusor 30 als beschauelter Diffusor ausgebildet, wobei in dem Diffusor 30 eine Leiteinrichtung 32 angeordnet ist, welche mehrere, im Diffusor 30 angeordnete Leitschaufeln 34 umfasst. Vorzugsweise sind die Leitschaufeln 34 nach Art einer Tragfläche ausgebildet. Dies bedeutet, dass die jeweilige Leitschaufel 34 beispielsweise als Tragflächenprofil ausgebildet ist. Die in dem Diffusor 30 angeordnete Leitschaufeln 34 sind in Umfangsrichtung des Verdichterrads 24 aufeinanderfolgend angeordnet, wobei beispielsweise eine erste der Leitschaufeln 34 mit C und eine zweite der Leitschaufeln 34 mit D bezeichnet ist. Ferner ist eine dritte der Leitschaufeln 34 mit E bezeichnet. Aus Fig. 2 ist erkennbar, dass die zweite Leitschaufel D in Umfangsrichtung des Verdichterrads 26 unmittelbar auf die erste Leitschaufel C folgt, sodass zwischen den Leitschaufeln C und D keine weitere Leitschaufel der Leiteinrichtung 32 angeordnet ist. Ferner folgt die dritte Leitschaufel E in Umfangsrichtung des Verdichterrads 26 unmittelbar auf die zweite Leitschaufel D. Die Leiteinrichtung 32 wird auch als Nachlaufgitter bezeichnet, da sie in Strömungsrichtung der Luft stromab des Verdichterrads 26 angeordnet ist und zum Leiten der verdichteten und vom Verdichterrad 26 abströmenden Luft dient.

Wie am Beispiel der ersten Verdichterschaukel A veranschaulicht ist, weist die jeweilige Verdichterschaukel 28 einen Schaukelaustrittswinkel $\alpha_{2,b}$ auf. Diesen jeweiligen Schaukelaustrittswinkel $\alpha_{2,b}$ schließt die jeweilige Verdichterschaukel 28, insbesondere in Ihrem jeweiligen Austrittsbereich, über welchen die jeweilige Verdichterschaukel 28 von der Luft abgeströmt wird, mit der Radialen ein, welche in Fig. 2 durch zwei gestrichelte Linien R veranschaulicht ist. Die von dem Verdichterrad 26, insbesondere von der jeweiligen Verdichterschaukel 28, abströmende Luft strömt die jeweilige Verdichterschaukel 28 somit unter dem Schaukelaustrittswinkel $\alpha_{2,b}$ ab.

Am Beispiel der dritten Leitschaukel E ist in Fig. 2 ferner erkennbar, dass die jeweilige Leitschaukel 34 einen Schaukeleintrittswinkel $\alpha_{3,b}$ aufweist. Dabei schließt die jeweilige Leitschaukel 34, insbesondere ihr jeweiliger Eintrittsbereich, über welchen die jeweilige Leitschaukel 34 von der Luft angeströmt wird, den jeweiligen Schaukeleintrittswinkel $\alpha_{3,b}$ mit der Radialen ein, sodass die die jeweilige Leitschaukel 34 anströmende Luft die jeweilige Leitschaukel 34 beispielsweise unter dem Schaukeleintrittswinkel $\alpha_{3,b}$ anströmt.

Um nun – wie anhand der Diagramme 12 und 14 erkennbar ist – einerseits einen besonders hohen Wirkungsgrad und andererseits ein besonders breites Kennfeld des Radialverdichters 16, insbesondere im Hauptfahrbereich, zu realisieren, beträgt die Summe des Schaukelaustrittswinkels $\alpha_{2,b}$ und des Schaukeleintrittswinkels $\alpha_{3,b}$ mindestens 104 Grad. Mit anderen Worten gilt:

$$\alpha_{2,b} + \alpha_{3,b} \geq 104 \text{ Grad.}$$

Aus dieser Ausgestaltung des Radialverdichters 16 resultiert, dass das Verdichterrad 26 und das Nachlaufgitter (Leiteinrichtung 32) unterschiedliche Auslegungspunkte aufweisen und somit ihren jeweils höchsten Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Massenströmen erzielen.

Dies ist anhand des Diagramms 12 in Fig. 1 erkennbar. Ein in das Diagramm 12 eingetragener Verlauf 36 veranschaulicht den Wirkungsgrad beziehungsweise Wirkungsgradverlauf und somit die Auslegung des Verdichterrads 26, wobei ein in das Diagramm 12 eingetragener Verlauf 38 den Wirkungsgrad beziehungsweise Wirkungsgradverlauf und somit die Auslegung der Leiteinrichtung 32 beziehungsweise des Diffusors 30 veranschaulicht. Das Verdichterrad 26 weist seinen höchsten Wirkungsgrad bei dem Massenstrom m_1 auf, wobei der Diffusor 30 beziehungsweise die Leiteinrichtung 32 seinen beziehungsweise ihren höchsten Wirkungsgrad bei einem vom

Massenstrom m_1 unterschiedlichen zweiten Massenstrom m_2 aufweist. Der Massenstrom m_2 ist dabei geringer als der Massenstrom m_1 .

In das Diagramm 14 ist ein gestrichelter Verlauf 40 eingetragen, welcher dem Verlauf 22 im Diagramm 10 entspricht und zu Vergleichszwecken dient. Ferner ist in das Diagramm 14 ein Verlauf 42 eingetragen, welcher den resultierenden Wirkungsgrad beziehungsweise den resultierenden Wirkungsgradverlauf der Leiteinrichtung 32 und des Verdichterrads 26 und somit des Radialverdichters 16 insgesamt veranschaulicht. Anhand eines Vergleichs der Verläufe 40 und 42 ist erkennbar, dass durch die geschilderte Ausgestaltung des Radialverdichters 16 ein besonders hoher Wirkungsgrad, insbesondere Spitzenwirkungsgrad, im Hauptfahrbereich realisiert werden kann bei gleichzeitiger Realisierbarkeit eines besonders breiten Kennfelds.

Bei dem Radialverdichter 16 ist es ferner vorzugsweise vorgesehen, dass der Quotient von Halsquerschnitt A_{Rad} des Verdichterrads 26 und Halsquerschnitt $A_{Schaufel}$ der Leiteinrichtung 32 in einem Bereich von einschließlich 0,4 bis einschließlich 0,8, vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,5 bis einschließlich 0,6, liegt. Mit anderen Worten gilt vorzugsweise:

$$\frac{A_{Schaufel}}{A_{Rad}} = x \text{ mit } 0,4 \leq x \leq 0,8, \text{ vorzugsweise } 0,5 \leq x \leq 0,6$$

Der Halsquerschnitt A_{Rad} wird beispielsweise durch die unmittelbar aufeinanderfolgenden Verdichterschaufeln A und B begrenzt und charakterisiert einen Abstand, insbesondere Winkelabstand, zwischen den Verdichterschaufeln A und B. Der Halsquerschnitt $A_{Schaufel}$ der Leiteinrichtung 32 wird durch die unmittelbar aufeinanderfolgenden Leitschaufeln C und D begrenzt und charakterisiert beispielsweise einen Abstand, insbesondere Winkelabstand, zwischen den unmittelbar aufeinanderfolgenden Leitschaufeln C und D.

Bezugszeichenliste

10	Diagramm
12	Diagramm
14	Diagramm
16	Radialverdichter
18	Abszisse
20	Ordinate
22	Verlauf
24	Verlauf
26	Verdichterrad
28	Verdichterschaufeln
30	Diffusor
32	Leiteinrichtung
34	Leitschaufeln
36	Verlauf
38	Verlauf
40	Verlauf
42	Verlauf
A	erste Verdichterschaufel
B	zweite Verdichterschaufel
C	erste Leitschaufel
D	zweite Leitschaufel
E	dritte Leitschaufel
R	gestrichelte Linie
A_{Rad}	Halsquerschnitt
A_{Schaufel}	Halsquerschnitt
m_1	Massenstrom
m_2	Massenstrom
$\alpha_{2,b}$	Schaufelaustrittswinkel
$\alpha_{3,b}$	Schaufeleintrittswinkel

Patentansprüche

1. Radialverdichter (16), insbesondere für einen Abgasturbolader einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Verdichterrad (26), welches wenigstens eine Verdichterschaukel (A) mit einem Schaufelaustrittswinkel ($\alpha_{2,b}$) aufweist, und mit einem stromab des Verdichterrads (26) angeordneten Diffusor (30), in welchem wenigstens eine Leitschaukel (C) mit einem Schaufeleintrittswinkel ($\alpha_{3,b}$) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe des Schaufelaustrittswinkels ($\alpha_{2,b}$) und des Schaufeleintrittswinkels ($\alpha_{3,b}$) mindestens 104 Grad beträgt.
2. Radialverdichter (16) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichterrad (26) wenigstens eine in Umfangsrichtung des Verdichterrads (26) auf die Verdichterschaukel (A) folgende, zweite Verdichterschaukel (B) aufweist, wobei in dem Diffusor (30) eine Leiteinrichtung (32) angeordnet ist, welche die Leitschaukel (C) und wenigstens eine in Umfangsrichtung des Verdichterrads (26) auf die Leitschaukel (C) folgende und in dem Diffusor (30) angeordnete, zweite Leitschaukel (D) umfasst, und wobei der Quotient von Halsquerschnitt (A_{Schaufel}) der Leiteinrichtung (32) und Halsquerschnitt (A_{Rad}) des Verdichterrads (26) in einem Bereich von einschließlich 0,4 bis einschließlich 0,8 liegt.
3. Radialverdichter (16) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Quotient in einem Bereich von einschließlich 0,5 bis einschließlich 0,6 liegt.

4. Abgasturbolader für eine Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftwagens, mit einem Radialverdichter (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

1/2

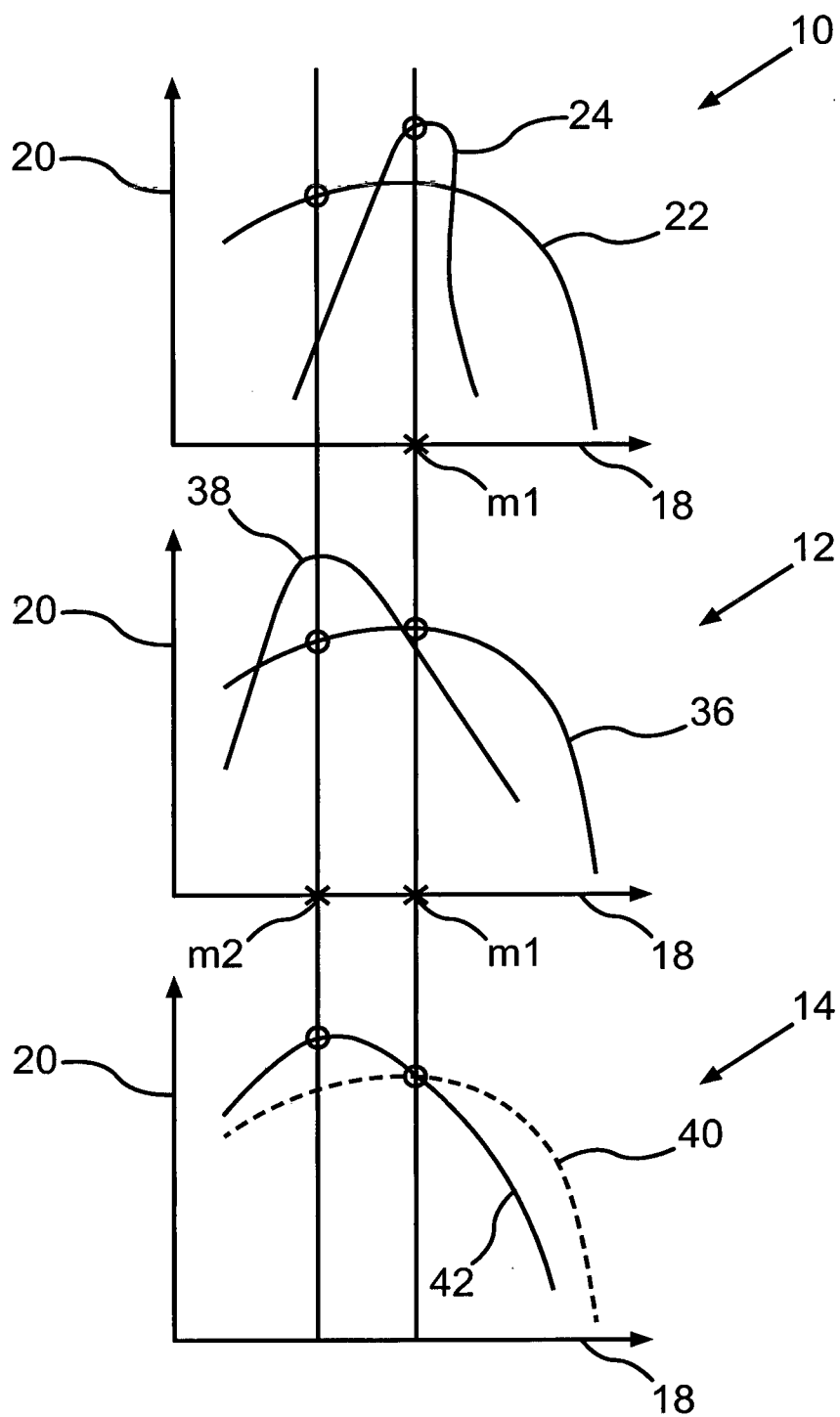


Fig.1

2/2

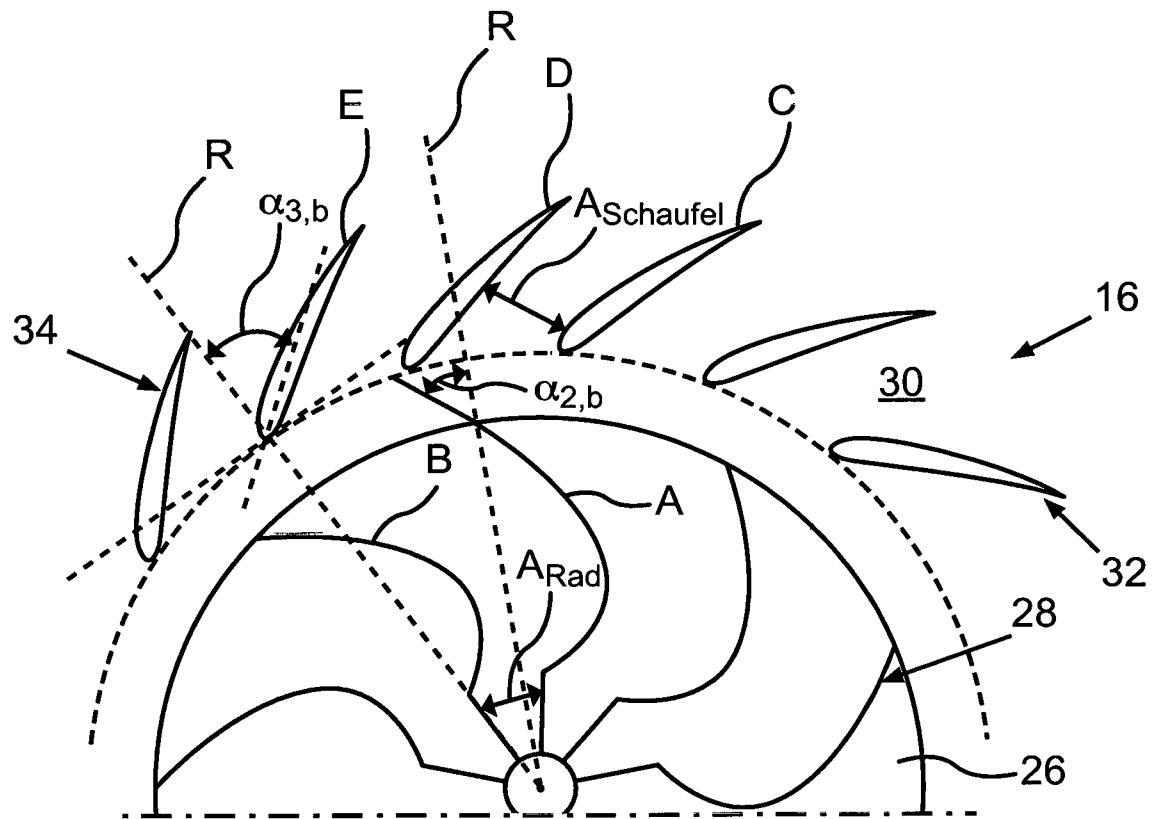


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F04D29/28 F04D29/30 F04D29/44
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 145 317 A (BRASZ JOOST J [US]) 8 September 1992 (1992-09-08) column 1, lines 6-10 column 2, lines 58-60 column 3, lines 10-19, 27-36 column 4, lines 12-15 column 5, lines 3-5, 57-62 column 7, lines 3-22 figures 2, 4, 6, 8 -----	1-4
X	EP 0 289 140 A2 (GEN MOTORS CORP [US]) 2 November 1988 (1988-11-02) column 1, lines 5-9 column 2, lines 4-7 column 3, lines 17-28 figures 1-3, -----	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 2016

Date of mailing of the international search report

09/09/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Tobel, David

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/000765

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5145317	A	08-09-1992	AU	646175 B2	10-02-1994
			AU	2067492 A	04-02-1993
			BR	9202995 A	30-03-1993
			DE	69211441 D1	18-07-1996
			DE	69211441 T2	05-12-1996
			EP	0526387 A1	03-02-1993
			ES	2089468 T3	01-10-1996
			JP	H086711 B2	29-01-1996
			JP	H05195991 A	06-08-1993
			KR	930004642 A	22-03-1993
			SG	49941 A1	15-06-1998
			TW	223142 B	01-05-1994
			US	5145317 A	08-09-1992

EP 0289140	A2	02-11-1988	AU	609796 B2	09-05-1991
			AU	1443288 A	03-11-1988
			CA	1307249 C	08-09-1992
			DE	3860591 D1	18-10-1990
			EP	0289140 A2	02-11-1988
			US	4815935 A	28-03-1989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F04D29/28 F04D29/30 F04D29/44
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F04D F01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 145 317 A (BRASZ JOOST J [US]) 8. September 1992 (1992-09-08) Spalte 1, Zeilen 6-10 Spalte 2, Zeilen 58-60 Spalte 3, Zeilen 10-19, 27-36 Spalte 4, Zeilen 12-15 Spalte 5, Zeilen 3-5, 57-62 Spalte 7, Zeilen 3-22 Abbildungen 2, 4, 6, 8	1-4
X	EP 0 289 140 A2 (GEN MOTORS CORP [US]) 2. November 1988 (1988-11-02) Spalte 1, Zeilen 5-9 Spalte 2, Zeilen 4-7 Spalte 3, Zeilen 17-28 Abbildungen 1-3,	1-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. September 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/09/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Tobel, David

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/000765

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5145317	A	08-09-1992	AU	646175 B2	10-02-1994
			AU	2067492 A	04-02-1993
			BR	9202995 A	30-03-1993
			DE	69211441 D1	18-07-1996
			DE	69211441 T2	05-12-1996
			EP	0526387 A1	03-02-1993
			ES	2089468 T3	01-10-1996
			JP	H086711 B2	29-01-1996
			JP	H05195991 A	06-08-1993
			KR	930004642 A	22-03-1993
			SG	49941 A1	15-06-1998
			TW	223142 B	01-05-1994
			US	5145317 A	08-09-1992

EP 0289140	A2	02-11-1988	AU	609796 B2	09-05-1991
			AU	1443288 A	03-11-1988
			CA	1307249 C	08-09-1992
			DE	3860591 D1	18-10-1990
			EP	0289140 A2	02-11-1988
			US	4815935 A	28-03-1989
