

(19)



(11)

EP 1 832 754 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

12.09.2007 Patentblatt 2007/37

(51) Int Cl.:

F04D 29/44 (2006.01)

F04D 29/58 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07003551.4**

(22) Anmeldetag: **21.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **08.03.2006 DE 10611062**

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co. KG**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

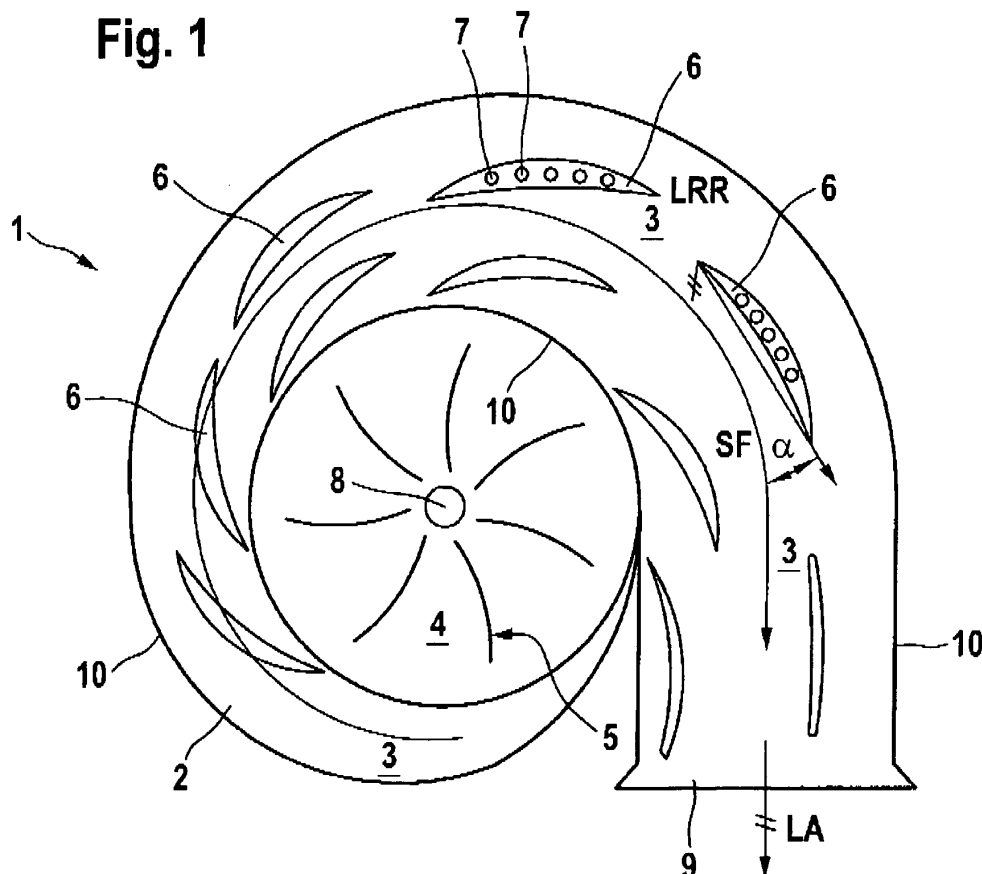
- **Lutz, Rainer, Dipl.-Ing.**
71711 Steinheim (DE)
- **Müller, Rolf, Dipl.-Ing.**
71642 Ludwigsburg (DE)
- **Pantow, Eberhard, Dr.-Ing.**
71696 Möglingen (DE)

(54) **Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung für einen Verbrennungsmotor, Wärmetauscher**

(57) Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung (1, 20, 30, 40) für einen Verbrennungsmotor für Kraftfahrzeuge mit mindestens einem Verdichterelement (4) zur Ladeluftverdichtung, mit mindestens einem Verdichtergehäuse

(2) mit einem Gehäuseinnenraum (3) zur Aufnahme mindestens eines Verdichterelements (4) und zur Lüftung der Ladeluft, wobei zumindest eine Rippe (6) zur Ladeluftkühlung in dem Verdichtergehäuse (2) angeordnet ist.

Fig. 1



EP 1 832 754 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung für einen Verbrennungsmotor für Kraftfahrzeuge sowie einen Wärmetauscher für eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung.

[0002] Zur Leistungssteigerung von Verbrennungsmotoren wird die angesaugte Luft mittels eines Verdichters aufgeladen. Der Verdichter wird von einer Turbine angetrieben und ist insbesondere mit der Turbine zu einem Turbolader gekoppelt. Der Verdichter, insbesondere der Turbolader, verdichtet die angesaugte Luft und bringt sie auf ein höheres Druckniveau. Bei der Verdichtung erwärmt sich die Luft. In Abhängigkeit des Verdichtungsdruckverhältnisses und des Verdichterwirkungsgrades erwärmen sich die verdichtete Luft und/oder der Verdichter, insbesondere der Turbolader, und nehmen so hohe Temperaturen an, dass ein dem Turbolader nachgeschalteter Ladeluftkühler zur Abkühlung der verdichteten Ladeluft, der zumeist aus Aluminium ausgebildet ist, keine ausreichende Festigkeit mehr aufweist, da zum einen die thermisch induzierten Spannungen ansteigen und zum anderen die Festigkeit des Werkstoffs, insbesondere des Aluminiums, mit steigender Temperatur abnimmt.

[0003] Bekannt ist, dass der nachgeschaltete Ladeluftkühler konstruktiv derart verändert wird, dass seine Festigkeit erhöht wird.

[0004] Ferner ist bekannt, dass nach dem Verdichter des Turboladers ein Vorkühler vor den Ladeluftkühler geschaltet wird, in dem die erwärmte Ladeluft abgekühlt wird, bevor sie anschließend in den eigentlichen Ladeluftkühler eintritt und erneut abgekühlt wird. Die Vorkühler sind beispielsweise aus Edelstahl ausgebildet und werden mit einem Kühlmedium, insbesondere mit Luft oder einer wasserhaltigen Kühlflüssigkeit gekühlt.

[0005] Ferner sind Turbolader bekannt, die zumeist eine kreisförmige Anschlussfläche zum Anschluss von nachfolgenden Anbauteilen aufweisen. Der kreisförmige Leitungsquerschnitt muss für den Anschluss an den Kühler in einen im Wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt überführt werden, der der Querschnittsfläche des Kühlers, insbesondere des Vorkühlers und/oder des Ladeluftkühlers, entspricht.

[0006] Ferner sind insbesondere aus dem Schiffsmotorenbau Turbolader mit einem wassergekühlten Turbinengehäuse bekannt.

[0007] Der hohe Bauraumbedarf bei den bekannten Turboladern erfordert eine ungünstige Leitungsführung, insbesondere bei Verbrennungsmotoren mit zweistufiger Aufladung. Bei der zweistufigen Aufladung wird zunächst in einer ersten Verdichtungsstufe einer ersten Turboladerstufe die aus der Umgebung entnommene Luft komprimiert und anschließend beispielsweise mittels eines Zwischenkühlers gekühlt und anschließend in einer zweiten Verdichtungsstufe einer zweiten Turboladerstufe auf ein noch höheres Druckniveau als nach der ersten Verdichtung verdichtet.

[0008] Zudem sind bei den bekannten Ausführungsformen sehr viele Schnittstellen zwischen den einzelnen Bauteilen erforderlich. Dies erfordert zumeist einen hohen Montageaufwand und kann auch zu Fehlern bei der Montage führen.

[0009] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung für einen Verbrennungsmotor für Kraftfahrzeuge zu verbessern.

[0010] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Es wird eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung für einen Verbrennungsmotor für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, die mindestens ein Verdichterelement zur Ladeluftverdichtung, mindestens ein Verdichtergehäuse mit einem Gehäuseinnenraum zur Aufnahme mindestens eines Verdichterelements und zur Lüftführung der Ladeluft, wobei zumindest eine Rippe zur Ladeluftkühlung in dem Verdichtergehäuse angeordnet ist.

[0012] Die Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung für einen Verbrennungsmotor für Kraftfahrzeuge kann dabei ein Turbolader sein, bei dem eine Verdichtereinheit von einer Turbineneinheit, insbesondere von einer Abgasturbineneinheit, antreibbar ist bzw. angetrieben wird. Mindestens ein Verdichterelement, insbesondere ein Flügelrad und/oder Schaufelrad, verdichtet die angesaugte Luft, d.h. insbesondere bringt die angesaugte Luft von einem geringeren auf ein höheres Druckniveau. Das Verdichterelement ist dabei in ein Verdichtergehäuse angeordnet. Das Verdichtergehäuse des Turboladers weist einen Gehäuseinnenraum auf, der beispielsweise als Hohlraum ausgebildet sein kann. Die von dem Verdichterelement verdichtete Luft kann anschließend in dem Verdichtergehäuse insbesondere radial um das Lüfterrad herum geführt werden. Insbesondere wird die zu verdichtende Luft axial zur Flügelrad- bzw. Schaufelradachse angesaugt und durch das Flügelrad bzw. Schaufelrad radial zur Flügelrad- bzw. Schaufelradachse nach außen in das Verdichtergehäuse geleitet. Anschließend kann insbesondere die verdichtete Luft durch den Gehäuseinnenraum des Verdichtergehäuses, insbesondere des Spiralgehäuses, zu einer Luftaustrittsöffnung des Verdichtergehäuses geführt werden. Beim Durchströmen des Verdichtergehäuses kann insbesondere die verdichtete und dabei erwärmte Luft durch zumindest eine Rippe, insbesondere durch mehrere Rippen, die im Verdichtergehäuse insbesondere im Gehäuseinnenraum angeordnet sind, gekühlt werden, indem insbesondere Wärme der aufgeladenen Luft über die Rippen in das Verdichtergehäuse geleitet und von diesem an die Umgebung abgegeben werden kann.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die zumindest eine Rippe zumindest einen Kanal auf, der mit einem Medium zur Kühlung der aufgeladenen Luft durchströmbar ist. Besonders vorteilhaft kann Medium zur Kühlung, insbesondere KOHfluid wie wasserhaltige Kühlflüssigkeit oder Luft, zumindest einen Kanal, insbesondere mehrere Kanäle, durchströmen und dabei das Verdichtergehäuse und/oder die aufgeladene Luft besonders

vorteilhaft kühlen.

[0013] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Rippe als Strömungswiderstandsverringerrippe ausgebildet. Unter einer Strömungswiderstandsverringerrippe ist insbesondere eine Rippe zu verstehen, die der anströmenden und/oder vorbeiströmenden Ladeluft einen geringen Luftwiderstand bildet. Insbesondere kann die Strömungswiderstandsverringerrippe als Rippe mit einer Stromlinienform ausgebildet sein.

[0014] Ferner kann vorgesehen sein, dass mehrere Rippen versetzt zu einander angeordnet sind. Besonders vorteilhaft kann durch mehrere Rippen, die versetzt zu einander angeordnet sind, die Kühlleistung besonders vorteilhaft erhöht werden. Ferner wird durch die zueinander versetzt angeordneten Rippen der Strömungswiderstand, insbesondere besonders vorteilhaft nicht wesentlich erhöht.

[0015] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Verdichtergehäuse ein Spiralgehäuse ist.

[0016] In einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Verdichtergehäuse zumindest einen Anschlussflansch mit einer im Wesentlichen rechteckförmigen Querschnittsfläche auf. Insbesondere kann Bauraum besonders vorteilhaft eingespart werden.

[0017] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das Verdichterelement zumindest ein Flügelrad, welches über zumindest eine Turbine antreibbar ist. Auf diese Weise kann der Abgasstrom des Verbrennungsmotors besonders vorteilhaft zum Antrieb des Verdichters genutzt werden.

[0018] In einer vorteilhaften Ausbildung weist die Vorrichtung zumindest einen Wärmetauscher zur Ladeluftkühlung auf. Auf diese Weise ist der Wärmetauscher besonders vorteilhaft in die Verdichtereinheit des Turboladers integrierbar und kann die Ladeluft und/oder das Verdichtergehäuse besonders vorteilhaft kühlen.

[0019] Ferner kann die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet sein, dass das Verdichtergehäuse zumindest eine verschließbare Öffnung zur Montage und/oder Demontage des zumindest einen Wärmetauschers aufweist. Auf diese Weise ist der Wärmetauscher zur Ladeluftkühlung bzw. vorkühlung besonders vorteilhaft in das Verdichtergehäuse einsetzbar bzw. montierbar bzw. kann montiert werden und/oder kann besonders vorteilhaft aus dem Verdichtergehäuse beispielsweise zu Wartungs- und/oder Reparaturzwecken aus dem Verdichtergehäuse ausgebaut bzw. demontiert werden.

[0020] In einer vorteilhaften Fortbildung ist der zumindest eine Wärmetauscher im Verdichtergehäuse benachbart zu dem Anschlussflansch angeordnet. Auf diese Weise ist Bauraum besonders vorteilhaft einsparbar bzw. kann eingespart werden.

[0021] In einer weiteren Ausführung ist der zumindest eine Wärmetauscher mit dem Verdichtergehäuse verbunden oder einteilig ausgebildet. Der Wärmetauscher kann besonders vorteilhaft durch formschlüssig und/oder stoffschlüssig wie Schweißen, Löten, Kleben usw. mit dem Verdichtergehäuse verbunden werden. Besonders

vorteilhaft kann der Wärmetauscher einteilig mit dem Verdichtergehäuse ausgebildet sein.

[0022] Ferner wird ein Wärmetauscher für eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorgeschlagen.

[0023] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der Zeichnung. Die Gegenstände der Unteransprüche beziehen sich sowohl auf die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung für einen Verbrennungsmotor sowie auf den erfindungsgemäßen Wärmetauscher.

[0024] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert, wobei eine Beschränkung der Erfindung hierdurch nicht erfolgen soll. Es zeigen

Figur 1: eine Schnittdarstellung einer Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung,

Figur 2: eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung mit einer Öffnung im Verdichtergehäuse zur Montage/Demontage eines Wärmetauschers,

Figur 3: eine isometrische Darstellung einer Vorrichtung zur Ladeluft-Verdichtung mit einem im Wesentlichen rechteckförmigen Anschlussflansch des Verdichtergehäuses und

Figur 4: eine Schnittdarstellung A-A einer Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung mit Wärmetauscher zur Ladeluftvorkühlung und/oder Verdichtergehäusekühlung.

Figur 1 zeigt Schnittdarstellung einer Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 1.

[0025] Die Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 1 ist als Turbolader ausgebildet. Der Turbolader weist zumindest eine Turbine auf, die von Abgas angetrieben wird. Die Turbine ist mit zumindest mit einer Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 1, insbesondere einem Verdichter, gekoppelt und treibt diese an. Der Verdichter 1 weist zumindest ein Verdichterelement 4 auf.

Das Verdichterelement 4 ist als Flügelrad oder Schaufelrad ausgebildet. Das Verdichterelement 4, insbesondere das Flügelrad oder das Schaufelrad, weist zumindest eine Verdichterelementachse 8 auf, die als Flügelradachse oder als Schaufelradachse ausgebildet ist. Die Verdichterelementachse 8 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel konzentrisch zum Verdichterelement 4 angeordnet. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Verdichterelementachse 8 exzentrisch zum Verdichterelement 4 angeordnet sein.

Das Verdichterelement 4, insbesondere das Flügelrad oder das Schaufelrad, weist zumindest einen Flügel 5 auf. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Verdichterelement 4 sieben Flügel 5 auf. In einem ande-

ren Ausführungsbeispiel weist das Verdichterelement 4 ein bis sieben oder mehr als sieben Flügel 5 auf. Der zumindest eine Flügel 5 kann in einer Ebene ausgebildet sein. In einer anderen Ausführung weist der zumindest eine Flügel 5 eine gebogene beispielsweise stromlinienförmige Form auf. Der Flügel 5 kann auch eine zumindest abschnittsweise spiralförmige oder verdrehte bzw. zumindest abschnittsweise gewendelte Form aufweisen. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann der Flügelstellung veränderbar und/oder variabel sein. Der nicht näher dargestellte Anstellwinkel der Flügel 5 kann dabei beispielsweise veränderbar sein. Der Anstellwinkel der Flügel kann Werte von 0° bis 90°, insbesondere Werte von 5° bis 80°, insbesondere Werte von 10° bis 70°, insbesondere Werte von 15° bis 60°, insbesondere Werte von 20° bis 50°, insbesondere Werte von 25° bis 40°, insbesondere Werte von 30° bis 35° annehmen.

[0026] Luft wird der Umgebung entnommen und im Wesentlichen parallel zur Verdichterelementachse 8 angesaugt. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann Luft aus der Umgebung auch unter einem nicht näher bezeichneten Ansaugwinkel, der zwischen der Verdichterelementachse 8 und der Lufteintrittsrichtung LE ausgebildet ist, angesaugt werden. Der nicht näher bezeichnete Ansaugwinkel kann Werte von 0° bis 90°, insbesondere Werte von 5° bis 80°, insbesondere Werte von 10° bis 70°, insbesondere Werte von 15° bis 60°, insbesondere Werte von 20° bis 50°, insbesondere Werte von 25° bis 40°, insbesondere Werte von 30° bis 35° annehmen.

[0027] Das Verdichterelement 4 komprimiert die aus der Umgebung entnommene Luft, d.h. erhöht ihren Druck. Bei diesem Vorgang erwärmt sich die Luft. Die Temperatur der nicht komprimierten Luft ist geringer als die Temperatur der komprimierten Luft. Gleichzeitig überführt das Verdichterelement die Luft von der Lufteintrittsrichtung in eine Richtung, die im Wesentlichen in Umfangsrichtung des Verdichterelements 4, d.h. des Flügelrads bzw. des Schaufelrads verläuft. Die Luft strömt dabei in einem Gehäuseinnenraum 3 des Verdichtergehäuses 2 der Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung, insbesondere des Verdichters.

[0028] Das Verdichterelement 4, insbesondere das Flügelrad bzw. das Schaufelrad, ist aus einem Material wie Metall, insbesondere Aluminium, Stahl, Edelstahl ausgebildet. In einer anderen Ausführung kann das Verdichterelement 4 aus einem wärmebeständigen Kunststoff, aus Keramik oder aus einem Faserverbundwerkstoff ausgebildet sein.

[0029] Das Verdichterelement 4, insbesondere das Flügelrad oder das Schaufelrad, und/oder die nicht dargestellte Turbine und/oder die Verdichterelementachse sind über ein nicht dargestelltes Lager gelagert. Aufgrund der sehr hohen Drehzahlen bis 290000 U/min oder mehr des Turboladers ist das Lager als hydrodynamisches Gleitlager und/oder als Wälzlager und/oder als Gaslager ausgebildet. Das Verdichterelement 4 ist mittels eines urformenden Fertigungsverfahrens wie Gießen oder Spritzgießen und/oder mittels eines abtragenden Ferti-

gungsverfahrens wie Erodieren, Schleifen, Drehen, Fräsen, Bohren hergestellt.

[0030] Ferner weist in einem Ausführungsbeispiel die nicht dargestellte Turbine des Turboladers eine variable Turbinengeometrie auf.

[0031] Das Verdichtergehäuse 2 ist aus einem Material wie Metall, insbesondere Aluminium, Stahl, Edelstahl ausgebildet. In einer anderen Ausführung kann das Verdichtergehäuse 2 aus einem wärmebeständigen Kunststoff, aus Keramik oder aus einem Faserverbundwerkstoff ausgebildet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Verdichtergehäuse 2 als Spiralgehäuse ausgebildet. Das Spiralgehäuse weist im Wesentlichen die Form eines Schneckenhauses auf. Das Spiralgehäuse weist eine Steigung auf. Das Spiralgehäuse läuft spiralförmig um das Verdichterelement 4 herum, welches im Wesentlichen im Inneren des Spiralgehäuses angeordnet ist. Das Verdichtergehäuse 2 ist mittels eines urformenden Fertigungsverfahrens wie Gießen oder Spritzgießen und/oder mittels eines abtragenden Fertigungsverfahrens wie Erodieren, Schleifen, Drehen, Fräsen, Bohren hergestellt.

[0032] In einem anderen Ausführungsbeispiel kann das Verdichtergehäuse 2 nur eine Windung aufweisen, wobei die Windung im Wesentlichen in nur einer Ebene verläuft. In einem anderen Ausführungsbeispiel weist die Spirale eine, zwei, drei, vier oder mehr als vier Windungen auf. Das Spiralgehäuse kann auch nur viertel, halbe, dreiviertel Windungen, wie 1,25; 1,5; 1,75; 2,25; 2,5; 2,75; 3,25; 3,5 Windungen oder eine noch feinere Unterteilung wie 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 Windungen oder verschiedenen Kombinationen der zuvor genannten Windungen ausgebildet sein.

In einem anderen Ausführungsbeispiel das Verdichtergehäuse 2 als Zylinderelement und/oder als Kegelement und/oder als Quaderelement oder aus beliebigen Kombinationen der zuvor genannten Elemente ausgebildet. Das Verdichtergehäuse 2 kann einen runden und/oder elliptischen und/oder quadratischen Querschnitt oder eine beliebige Kombination der zuvor genannten Querschnitte aufweisen.

Ferner kann sich die Querschnittsfläche des Verdichtergehäuses in Richtung des Stromfadens SF vergrößern und/oder verkleinern. Beispielsweise kann das Spiralgehäuse die Form eines Horns aufweisen.

Das Verdichtergehäuse 2 weist eine Gehäusewand 10 auf, die einen Gehäuseinnenraum 3 umschließt. Die Gehäusewand 10 hat eine nicht näher bezeichnete Dicke. Die Dicke der Gehäusewand 10 nimmt Werte von 0,1mm bis 7 mm, insbesondere Werte von 0,3mm bis 6mm, insbesondere Werte von 0,5mm bis 5mm, insbesondere Werte von 0,8mm bis 4mm, insbesondere Werte von 0,9mm bis 3mm, insbesondere Werte von 1mm bis 2,5mm an. Im Gehäuseinnenraum 3 des Verdichtergehäuses 2 ist mindestens eine Rippe 6 angeordnet. In einer anderen Ausführungsform sind ein, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn oder mehr als zehn Rippen 6 angeordnet. Die zumindest eine Rippe 6 ist aus

einem Material wie Metall, insbesondere Aluminium, Stahl, Edelstahl usw. ausgebildet. Die zumindest eine Rippe 6 weist eine stromlinienförmige Form wie beispielsweise eine Flügelform auf. In einem anderen Ausführungsbeispiel weist die Rippe eine bogenförmige und/oder runde und/oder elliptische und/oder rechteckförmige und/oder vieleckige Form oder eine Kombination der zuvor genannten Formen auf.

Die Rippe kann aus Vollmaterial oder zumindest abschnittsweise innen hohl oder innen vollkommen hohl ausgebildet sein.

In einer anderen Ausführung ist in der Rippe 6 zumindest ein Kühlkanal 7 angeordnet bzw. ausgebildet. In einem anderen Ausführungsbeispiel sind ein, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn oder mehr als zehn Kühlkanäle 7 ausgebildet. Der zumindest eine Kühlkanal 7 weist eine runde und/oder elliptische und/oder eckige und/oder langlochförmige Querschnittsfläche oder eine Querschnittsfläche aus der Kombination der zuvor genannten Querschnittsflächenformen auf. Der zumindest eine Kühlkanal 7 als Gerade und/oder bogenförmig und/oder spiralförmig und/oder eckig verlaufen. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist der zumindest eine Kühlkanal 7 ein Rohr, das in die Rippe 6 eingebracht und/oder mit dieser stoffschlüssig, beispielsweise durch Schweißen, Löten, Kleben usw. und/oder formschlüssig verbunden.

In den zumindest einen Kühlkanal 7 ist eine Turbulenzeinlage bsp. als Turbulenzblech oder Turbulenzdraht einbringbar. Ferner sind in einer anderen Ausführung turbulenz erzeugende Ausprägungen oder Einprägungen in Form von Winglets oder Noppen in den Kühlkanal, insbesondere das Rohr, beispielsweise durch ein umformendes Fertigungsverfahren wie Prägen, Stanzen, Walzen usw. eingebracht. Diese erhöhen die Turbulenz und damit den Wärmeübergang eines Kühlmediums wie beispielsweise einer wasserhaltigen Kühlflüssigkeit oder einer anderen Kühlflüssigkeit oder eines Gases wie beispielsweise Luft, das durch den zumindest einen Kühlkanal 7 strömt bzw. der damit durchströmbar ist.

Der zumindest eine Kühlkanal 7 kann beispielsweise mit dem Motorkühlflüssigkeitskreislauf strömungsmäßig verbunden sein. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist der zumindest eine Kühlkanal 7 mit einem Kühlmittelkühler und/oder dem Ladeluftkühler und/oder einem Ölkühler und/oder einem Abgaskühler und/oder einem Verdampfer einer Klimaanlage und/oder mit einem Kondensator einer Klimaanlage und/oder mit einem Gaskühler einer Klimaanlage strömungsmäßig verbunden. Mehrere Kühlkanäle 7 verlaufen in einem anderen Ausführungsbeispiel parallel oder unter einem Winkel der Werte zwischen 1° und 90°, insbesondere Werte zwischen 2° und 45°, zwischen 5° und 20°, zwischen 7° und 10° annimmt.

[0033] Die zumindest eine Rippe 6 ist mit dem Verdichtergehäuse 2 stoffschlüssig durch Schweißen, Löten, Kleben usw. und/oder formschlüssig verbunden. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist die zumindest ei-

ne Rippe 6 einteilig mit dem Verdichtergehäuse 2 ausgebildet. Die Längsrichtung LRR der Rippe 6 weist zur Luftaustrittsrichtung LA einen Anstellwinkel α auf. Der Anstellwinkel α nimmt Werte von 0° bis 90°, insbesondere Werte von 0° bis 45°, insbesondere Werte von 0° bis 20°, insbesondere Werte von 0° bis 15°, insbesondere Werte von 2° bis 10°, insbesondere Werte von 3° bis 8°, insbesondere Werte von 4° bis 6° an.

Die verdichtete und dabei erwärmte Luft strömt der zumindest einen Rippe 6 vorbei und wird dabei gekühlt, insbesondere vorgekühlt. Die gekühlte bzw. vorgekühlte Ladeluft verlässt das Verdichtergehäuse 2 durch die Luftaustrittsöffnung 9 und strömt zu einem nachgeschalteten Ladeluftkühler und/oder zu einer zweiten, dritten, usw. Verdichtungsstufe, die wie die Vorrichtung 1 zur Ladeluftkühlung ausgebildet ist oder sein kann.

[0034] Figur 2 zeigt eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 20 mit einer Öffnung 21 im Verdichtergehäuse 2 zur Montage/Demontage eines Wärmetauschers, Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in Figur 1.

[0035] Die Öffnung 21 ist rechteckförmig ausgebildet. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist die Öffnung 21 kreisrund, elliptisch, eckig oder als Kombinationen der zuvor genannten Formen ausgebildet. Die Öffnung kann in einem anderen Ausführungsbeispiel von einem Rahmen des Verdichtergehäuses 2 umgeben sein.

Die Öffnung 21 dient zur Montage und/oder Demontage eines Wärmetauschers beispielsweise eines Vorkühlers. Die Öffnung 21 ist mit einem Deckel 22 verschließbar bzw. kann damit verschlossen werden bzw. wird damit verschlossen. Der Deckel 22 ist kreisrund, elliptisch, eckig oder als Kombinationen der zuvor genannten Formen ausgebildet. Der Deckel weist zumindest einen Kühlmittelzufuhrstutzen 23 und zumindest einen Kühlmittelabfuhrstutzen 24 auf. Der Deckel 22 ist mit zumindest einem Befestigungselement 25, insbesondere mit einer Schraube, Niete usw., mit dem Verdichtergehäuse 2 formschlüssig verbunden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Deckel mit vier Befestigungselementen 25 mit dem Verdichtergehäuse 2 verbunden. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Deckel 22 mit ein bis vier oder mehr als vier Befestigungselementen 25 mit dem Verdichtergehäuse 2 verbunden. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Deckel 22 formschlüssig, insbesondere durch Bördeln, Falzen, Verschrauben, und/oder stoffschlüssig durch Schweißen, Löten, Kleben usw. mit dem Verdichtergehäuse 2 verbunden.

[0036] Figur 3 zeigt eine isometrische Darstellung einer Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 30 mit einem im Wesentlichen rechteckförmigen Anschlussflansch 33 des Verdichtergehäuses 2. Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in den vorherigen Figuren.

[0037] Der Verdichter 30 weist einen Lufteinströmkanal 31 mit einer Lufteinströmöffnung 32 auf, in die Luft aus der Umgebung in Richtung des Lufteintritts LE in die

Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 30, insbesondere in den Verdichter, einströmt bzw. einströmen kann. Die Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 30 kann als eine Weiterbildung der Vorrichtungen zur Ladeluftverdichtung 1, 20 sein. Der Verdichter 30 weist einen Anschlussflansch 33 zum Anschluss des Verdichters an eine andere Baueinheit wie ein Rohr oder einen Ladeluftkühler und/oder eine weitere Verdichtungsstufe auf. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Flansch 33 eine im Wesentlichen rechteckförmiges Rahmenelement 35 mit abgerundeten Ecken auf. In einem anderen Ausführungsbeispiel weist der Flansch 33 eine kreisrunde, elliptische, eckige Rahmenfläche oder eine Rahmenfläche aus einer Kombination der zuvor genannten Formen auf. Das Anschlussflanschrahmenelement weist eine Öffnung 9 zum Abströmen der verdichteten und/oder gekühlten bzw. vorgekühlten Ladeluft in Richtung des Luftaustritts LA auf. Der Flansch 33 weist eine, zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr als sechs Anschlussflanschbohrungen auf.

[0038] Figur 4 zeigt eine Schnittdarstellung A-A einer Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung 40 mit Wärmetauscher 43 zur Ladeluftvorkühlung und/oder zur Verdichtergehäusekühlung. Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in den vorherigen Figuren.

[0039] Der Wärmetauscher 43 ist im Gehäuseinnenraum 3 des Verdichtergehäuses 2 angeordnet. In einer anderen Ausführung ist der Wärmetauscher 43 mit dem Verdichtergehäuse 2 formschlüssig beispielsweise durch Schienen, Rastschienen oder zumindest durch ein Rastelement und/oder stoffschlüssig durch Schweißen, Löten, Kleben usw. verbunden. Der Wärmetauscher 43 weist Kühlmittelströmungskanäle 41 auf. Diese sind als Rohre mit einem runden, elliptischen oder rechteckförmigen Querschnitt ausgebildet. In einem anderen Ausführungsbeispiel werden die Kühlmittelströmungskanäle 41 durch übereinander gestapelte Platten, insbesondere Blechplatten, die miteinander stoffschlüssig durch Schweißen, Löten, Kleben usw. und/oder formschlüssig durch Falzen, Bördeln, Verkrimpen miteinander verbunden sind, gebildet. In die Rohre können turbulenz erzeugende Elemente wie Noppen oder Winglets durch ein umformendes Fertigungsverfahren wie Stanzen, Prägen, Pressen eingebracht sein. In einer anderen Ausführung sind Turbulenzeinlagen in die Rohre eingeschoben oder zwischen den Rohren angeordnet. Fernern können zwischen den Rohren Rippen, wie Wellrippen angeordnet und/oder mit dem Wärmetauscher 43 stoffschlüssig und/oder formschlüssig verbunden sein. Kühlmittel wie eine wasserhaltige Kühlflüssigkeit strömt über den Kühlmittelzufuhrstutzen 23 in Richtung KME in den Wärmetauscher 43 ein durchströmt die Kühlkanäle 7, insbesondere Rohre, des Wärmetauschers 43 und strömt über den Kühlmittelabfuhrstutzen 24 in Richtung KMA aus dem Wärmetauscher 43.

Die Ladeluft strömt zwischen benachbarten Rohren hindurch. Durch die Rippen, insbesondere Wellrippen, wird eine Turbulenz erzeugt. Die Wärme der aufgeladenen

Lüft wird an des Kühlmedium, welches durch die Rohre strömt, übertragen und abtransportiert. Die Temperatur der Ladeluft ist nach dem Durchströmen des Wärmetauschers 43 geringer als beim Einströmen in den Wärmetauscher 43. Der Deckel 22 verschließt die Öffnung zur Montage des Wärmetauschers 43.

[0040] Die Merkmale der verschiedenen Ausführungsbeispiele sind beliebig miteinander kombinierbar. Die Erfindung ist auch für andere als die gezeigten Gebiete einsetzbar.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung (1, 20, 30, 40) für einen Verbrennungsmotor für Kraftfahrzeuge aufweisend mindestens ein Verdichterelement (4) zur Ladeluftverdichtung, mindestens ein Verdichtergehäuse (2) mit einem Gehäuseinnenraum (3) zur Aufnahme mindestens eines Verdichterelements (4) und zur Lüftführung der Ladeluft, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Rippe (6) zur Ladeluftkühlung in dem Verdichtergehäuse (2) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Rippe (6) zumindest einen Kanal (7) aufweist, der mit einem Medium zur Kühlung der aufgeladenen Luft durchströmbar ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippe (6) als Strömungswiderstandsverringernerippe ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Rippen (6) versetzt zu einander angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichtergehäuse (2) ein Spiralgehäuse ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichtergehäuse (2) zumindest einen Anschlussflansch (33) mit einer im Wesentlichen rechteckförmigen Querschnittsfläche aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichterelement (4) zumindest ein Flügelrad ist, welches über zumindest eine Turbine antreibbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vor-

richtung zumindest einen Wärmetauscher (43) zur Ladeluftkühlung aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichtergehäuse (2) zumindest eine verschließbare Öffnung (21) zur Montage und/oder Demontage des zumindest einen Wärmetauschers (43) aufweist. 5
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Wärmetauscher (43) im Verdichtergehäuse (2) benachbart zu dem Anschlussflansch (33) angeordnet ist. 10
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Wärmetauscher (43) mit dem Verdichtergehäuse (2) verbunden oder einteilig ausgebildet ist. 15
12. Wärmetauscher für eine Vorrichtung zur Ladeluftverdichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

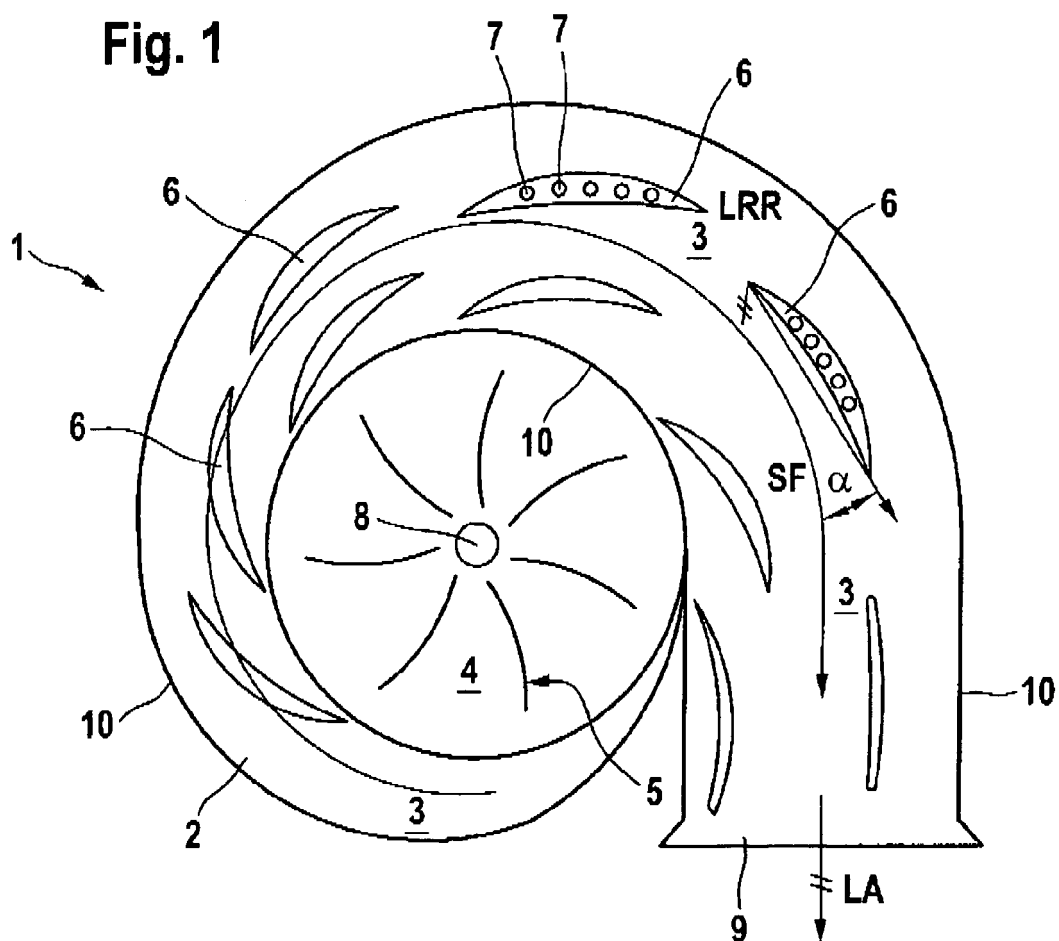


Fig. 2

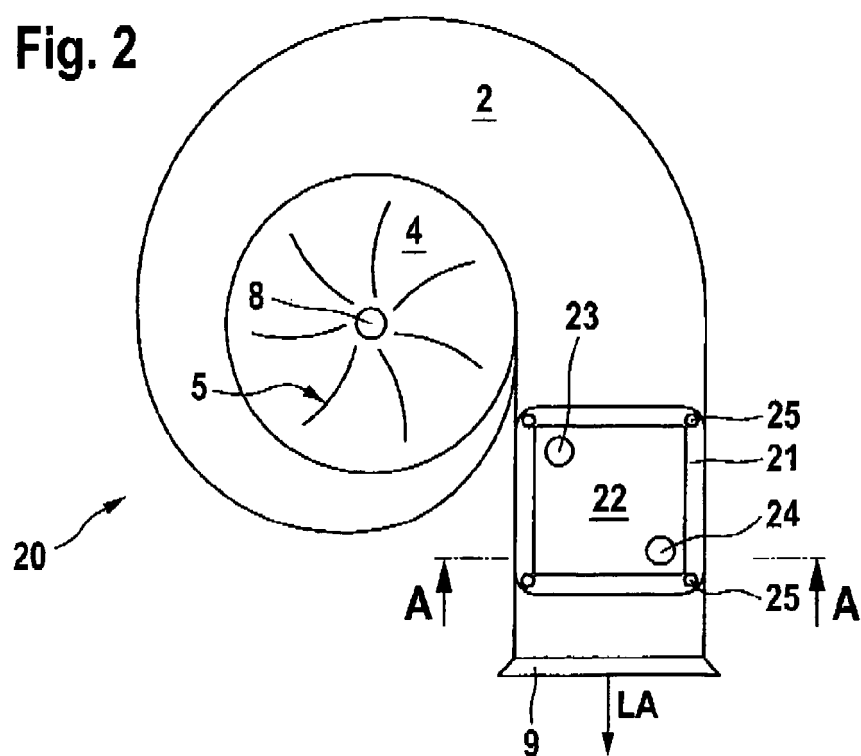


Fig. 3

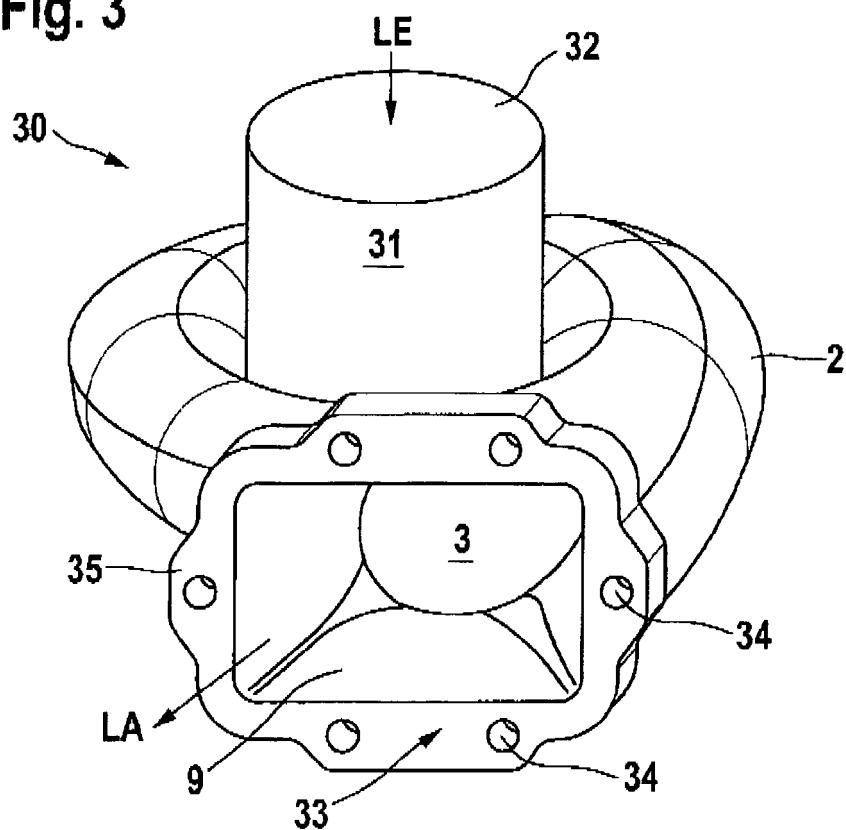


Fig. 4

A-A

