

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50242/2015 (51) Int. Cl.: **F01D 25/14** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 26.03.2015 **F04D 29/58** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2016 **F02C 6/12** (2006.01)
F02B 29/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2012107481 A1
DE 102013203376 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

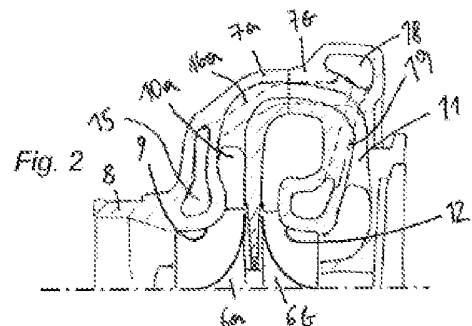
(72) Erfinder:
Prevedel Kurt Ing.
8041 Graz (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK M.DIPL.ING.MAG.
WIEN (AT)

(54) **MEHRSTUFIGER ABGASTURBOLADER**

(57) Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Abgasturbolader (1) mit einer zumindest ein Turbinenlaufrad aufweisenden Abgasturbine (3) und einem Verdichter (2) mit einer äußeren Verdichterstufe (4) mit einem äußeren Verdichterlaufradabschnitt (6a) und einer inneren Verdichterstufe (5) mit einem inneren Verdichterlaufradabschnitt (6b), wobei Turbinenlaufrad und innerer (6b) und äußerer Verdichterlaufradabschnitt (6a) auf einer um eine Drehachse (1a) drehbar gelagerten gemeinsamen Welle angeordnet sind, wobei die äußere Verdichterstufe (4) stromaufwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts (6a) einen axialen Verdichtereintrittsstutzen (8) zum Anschluss an eine Frischluftleitung und stromabwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts (6a) zumindest zwei äußere Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) aufweist, die in zumindest zwei stromaufwärts des inneren Verdichterlaufradabschnitts (6b) verlaufende innere Schneckenkanalanordnungen (11) der inneren Verdichterstufe (5) übergehen.

Zur Reduzierung thermischer Belastungen ist eine zumindest zwischen den äußeren Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) verlaufende äußere Kühlmittelkanalanordnung (13) und/oder eine zwischen den inneren Schneckenkanalanordnungen (11) verlaufende innere Kühlmittelkanalanordnung (14) vorgesehen.



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Abgasturbolader (1) mit einer zumindest ein Turbinenlaufrad aufweisenden Abgasturbine (3) und einem Verdichter (2) mit einer äußeren Verdichterstufe (4) mit einem äußeren Verdichterlaufradabschnitt (6a) und einer inneren Verdichterstufe (5) mit einem inneren Verdichterlaufradabschnitt (6b), wobei Turbinenlaufrad und innerer (6b) und äußerer Verdichterlaufradabschnitt (6a) auf einer um eine Drehachse (1a) drehbar gelagerten gemeinsamen Welle angeordnet sind, wobei die äußere Verdichterstufe (4) stromaufwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts (6a) einen axialen Verdichtereintrittsstutzen (8) zum Anschluss an eine Frischluftleitung und stromabwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts (6a) zumindest zwei äußere Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) aufweist, die in zumindest zwei stromaufwärts des inneren Verdichterlaufradabschnitts (6b) verlaufende innere Schneckenkanalanordnungen (11) der inneren Verdichterstufe (5) übergehen. Zur Reduzierung thermischer Belastungen ist eine zumindest zwischen den äußeren Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) verlaufende äußere Kühlmittelkanalanordnung (13) und/oder eine zwischen den inneren Schneckenkanalanordnungen (11) verlaufende innere Kühlmittelkanalanordnung (14) vorgesehen.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Abgasturbolader, insbesondere Hochdruckturbolader, für eine Brennkraftmaschine, mit einer zumindest ein Turbinenlaufrad aufweisenden Abgasturbine und einem Verdichter mit einer äußeren Verdichterstufe mit einem äußeren Verdichterlaufradabschnitt und einer inneren Verdichterstufe mit einem inneren Verdichterlaufradabschnitt, wobei Turbinenlaufrad und innerer und äußerer Verdichterlaufradabschnitt auf einer um eine Drehachse drehbar gelagerten gemeinsamen Welle angeordnet sind, wobei die äußere Verdichterstufe stromaufwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts einen axialen Verdichtereintrittsstutzen zum Anschluss an eine Frischluftleitung und stromabwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts zumindest zwei äußere Schneckenkanalanordnungen aufweist, die in zumindest zwei stromaufwärts des inneren Verdichterlaufradabschnitts verlaufende innere Schneckenkanalanordnungen der inneren Verdichterstufe übergehen. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Brennkraftmaschine mit zumindest einem derartigen Abgasturbolader.

Zum Bereitstellen hoher Kraftstoffwirtschaftlichkeit, hoher Nennleistungen und verbesserter Emissionsleistung bei Brennkraftmaschinen werden Turbolader mit hohen Druckverhältnissen benötigt.

Um hohe Druckverhältnisse zu erreichen, können die Rotationsgeschwindigkeiten der Laufzeuge von Abgasturboladern gesteigert werden. Dabei kann es allerdings zu Belastungen kommen, die die Belastbarkeit der verwendeten Materialien übersteigen.

Es ist bekannt, eine mehrstufige Kompression der Ladeluft mit zwei oder mehr Abgasturboladern durchzuführen, die mit in Serie geschalteten Verdichtern arbeiten, wobei zwischen den Verdichtern Zwischenkühler angeordnet sind. Solche Lösungen sind etwa aus der US 2014/0358404 A1 bekannt. Nachteilig ist allerdings, dass diese Lösungen sehr komplex und bauraumintensiv sind. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt der Gebrauch mehrfacher Verdichterlaufräder auf einer gemeinsamen Achse zum Erzielen von Kompressorstufen, einschließlich des Kombinierens axialer und radialer Kompressionsstufen. Allerdings ergeben sich auch hier insbesondere durch die erhöhte Länge des Abgasturboladers Nachteile in der Packungsgröße, aber auch bei der Rotordynamik und Lagerfragen.

Die DE 699 14 199 T2 zeigt dazu einen langsam laufenden Hochdruckturbolader mit zweistufigem Verdichter, wobei das Turbinenlaufrad und das Verdichterlaufrad über eine gemeinsame Welle miteinander verbunden sind. Das Verdichterlaufrad weist an einer Vorderseite nahe einem Lufteinlass erste Laufradschaufeln und auf einer Rückseite zweite Laufradschaufeln auf. Die komprimierte Luft wird über einen Diffusor von der Vorder- auf die Rückseite und von dort in das Einlasssystem weitergeleitet. Eine ähnliche Lösung zeigt die EP 1 825 149 B1. Aus der US 6,834,501 B1, der US 6,792,755B2 oder der US 6,920,754 B2 dagegen ist jeweils ein Abgasturbolader bekannt, bei der zwischen Vorder- und Rückseite des zweistufigen Verdichters ringförmige Spalte ausgebildet sind.

Während sich dadurch zwar hohe Verdichtungsverhältnisse erzielen lassen, werden aufgrund der hohen Temperaturen große Belastungen an das Material gestellt: Während die Luft am Lufteinlass eine Temperatur von ungefähr 25°C hat, erhöht sich die Temperatur bis zu den zweiten Laufradschaufeln bei Druckverhältnissen über 4 bar auf deutlich über 200°C. Dabei werden sowohl die Laufradschaufeln als auch das Turboladergehäuse und die Lager hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Außerdem kommt es ab Temperaturen von ca. 180°C zum Verkoken von in der Luft mitgeführten Ölanteilen, z.B. aus Blowby-Gasen.

Die EP 1 957 802 B1 schlägt in dieser Hinsicht vor, temperaturbeständige Materialien zu verwenden bzw. diesbezüglich Vorsorge bei Lager- und Wellenausgestaltung zu treffen.

Nachteilig an allen bekannten Lösungen ist einerseits die hohe Temperatur der komprimierten Luftströme, andererseits die sich dadurch ergebenden thermischen Belastungen des Turboladergehäuses und der verwendeten Komponenten.

Aufgabe der Erfindung ist es, die thermische Belastung eines mehrstufigen Abgasturboladers zu verringern.

Diese Aufgabe wird durch einen eingangs erwähnten mehrstufigen Abgasturbolader erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine zumindest zwischen den äußeren Schneckenkanalanordnungen verlaufende äußere Kühlmittelkanalanordnung und/oder eine zwischen den inneren Schneckenkanalanordnungen verlaufende innere Kühlmittelkanalanordnung vorgesehen ist/sind.

Die Erfindung erlaubt ein Abkühlen der Luft im Abgasturbolader, entweder durch Kühlung der vorverdichteten Luft schon in der äußeren Verdichterstufe, in der inneren Verdichterstufe oder in beiden Verdichterstufen. Dabei ergeben sich auch eine kleinere Verdichterantriebs- und Turbinenabgabeleistung sowie ein reduzierter Abgasgegendruck. Da die höchste thermische Belastung in der Volute der inneren Verdichterstufe auftritt, wo also die Luft aus dem Abgasturbolader in eine nachfolgende Ladeluftleitung übertritt, lässt sich dadurch jedenfalls die hohe thermische Belastung reduzieren. Während die Luft mit etwa 25°C in die äußere Verdichterstufe eintritt, hat sie an deren Ausgang fast 200°C - in der inneren Verdichterstufe würde eine unzulässig hohe Temperaturerhöhung auftreten, die hohe Belastungen auf Turboladerkomponenten bewirkt. Mittels der Kühlmittelanordnungen kann die Ladeluft auf etwa 60°C abgekühlt werden. Damit wird die Luft in einem Temperaturbereich gehalten, bei dem das Verkoken von in der Luft mitgeführten Ölanteilen, z.B. aus Blowby-Gasen, vermieden wird.

Durch die Kühlmittelkanalanordnungen erfolgt einerseits eine Abkühlung der Ladeluft, was zu geringerer Ladeluftkühlerabwärme und damit besserem Wirkungsgrad führt, andererseits aber auch eine Kühlung des Verdichtergehäuses sowie des restlichen Abgasturboladers. Die Kühlflüssigkeit kann in weiterer Folge zur Kühlung der Wellenlager des Abgasturboladers verwendet werden, was eine Einsparung an Anschlüssen und Leitungen ermöglicht. Des Weiteren erlaubt die Anordnung eine besonders kompakte Bauweise, so dass beispielsweise vor dem Verdichtereingang weitere Bauteile wie z.B. ein Cross-Charger angeordnet werden können.

Um eine besonders effektive Kühlung zu erreichen ist es von Vorteil, wenn sich die äußere Kühlmittelkanalanordnung zumindest teilweise in den äußeren Konturbereich des äußeren Verdichterlaufradabschnitts erstreckt und/oder die innere Kühlmittelkanalanordnung sich zumindest teilweise in den inneren Konturbereich des inneren Verdichterlaufradabschnitts erstreckt. Als Konturbereich wird dabei der Kanalwandabschnitt zwischen Eintritt eines Verdichterlaufradabschnitts und Austritt eines Verdichterlaufradabschnittes bezeichnet. Da es in diesem Bereich zu besonders hohen Temperaturgradienten aufgrund des Komprimierens der Luft kommt ist hier eine effektive Kühlung von besonderem Vorteil.

In einer Variante der Erfindung erstreckt sich die äußere Kühlmittelanordnung aus dem Bereich zwischen den äußeren Schneckenkanalanordnungen in einen zumindest eine oder mehrere der äußeren Schneckenkanalanordnungen umgebenden Umgebungsbereich und/oder die innere Kühlmittelanordnung aus dem Bereich zwischen den inneren Schneckenkanalanordnungen in einen zumindest eine oder mehrere der inneren Schneckenkanalanordnungen umgebenden Umgebungsbereich erstreckt. Damit lässt sich die Kühlwirkung vorteilhaft erhöhen, da sich eine Erhöhung der Kühlflächen ergibt – die Schneckenkanalanordnungen erhöhen mit zunehmendem Abstand von der Drehachse ihre Innenoberfläche, die durch die Umfassung durch die Kühlmittelanordnungen besonders viel Wärmeübergangskontaktfläche bietet.

Zur Erzielung günstiger Strömungsverhältnisse weist die äußere Kühlmittelkanalanordnung einen äußeren Kühlmittelsammler und davon ausgehende äußere Kühlmittelteilkanäle auf und/oder die innere Kühlmittelkanalanordnung einen inneren Kühlmittelsammler und davon ausgehende innere Kühlmittelteilkanäle auf. Damit kann über die Kühlmittelsammler Kühlmittel bereitgestellt und über die Teilkanäle zu den zu kühlenden Bereichen geführt werden. Dabei können sowohl Kühlmittelsammler als auch Teilkanäle die Schneckenkanalanordnungen umfassen bzw. zwischen diesen verlaufen.

Eine besonders effektive Kühlung lässt sich erreichen, wenn die innere Kühlmittelanordnung und die äußere Kühlmittelanordnung, vorteilhafterweise die äußeren Kühlmittelteilkanäle und die inneren Kühlmittelteilkanäle, miteinander strömungsverbunden sind. Damit ergibt sich außerdem ein einfacher Aufbau der Kühlung, da an Zu- und Ableitungen gespart werden kann.

Je nach thermischer Belastung ist zumindest eine Kühlmittelzuleitung zur inneren Kühlmittelkanalanordnung und zumindest eine Kühlmittelableitung von der äußeren Kühlmittelanordnung vorgesehen, oder umgekehrt. Dies wird durch entsprechende Anschlüsse sichergestellt. Damit kann je nach Anforderung frisches Kühlmittel zuerst zur inneren oder zuerst zur äußeren Verdichterstufe geführt werden.

Um die Fertigung des erfindungsgemäßen Abgasturboladers zu erleichtern ist es von Vorteil, wenn der Verdichter ein Verdichtergehäuse mit zumindest einem äußeren Verdichtergehäuseteil und zumindest einem inneren Verdichtergehäuseteil

aufweist. Die Teile können separat gegossen und dann miteinander verbunden werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird des Weiteren von einer Brennkraftmaschine mit zumindest einem derartigen Abgasturbolader gelöst.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt,

Fig. 2 die obere Hälfte der Verdichterseite des Abgasturboladers aus Fig. 1 in einem Schnitt gemäß der Linie II –II in Fig. 1, und

Fig. 3 die Verdichterseite des Abgasturboladers aus Fig. 1 in einer Schnittansicht gemäß der Linie III-III in Fig. 1.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt schematisch einen mehrstufig verdichtenden Abgasturbolader 1 mit einem Verdichter 2 und einer Abgasturbine 3 mit einem nicht näher dargestellten Turbinenlaufrad. Der Verdichter 2 weist eine äußere Verdichterstufe 4 und eine innere Verdichterstufe 5 auf. Die Bezeichnung äußere und innere bezieht sich dabei auf die Strömungsrichtung der durch den Verdichter 2 strömenden Frischluft. Die Trennung zwischen äußerer 4 und innerer Verdichterstufe 5 ist in den Fig. 1 und 2 durch die strichlierte Linie angedeutet.

Ein Verdichterlaufrad 6 steht über eine drehbar um eine Drehachse 1a gelagerte und nicht weiter dargestellte Welle mit dem Turbinenrad der Abgasturbine 3 des Abgasturboladers 1 in drehfester Verbindung. Das Verdichterlaufrad 6 weist einen der äußeren Verdichterstufe 4 zugeordneten äußeren Verdichterlaufradabschnitt 6a und einen der inneren Verdichterstufe 5 zugeordneten inneren Verdichterlaufradabschnitt 6b auf. Die Verdichterlaufradabschnitte 6a, 6b sind im dargestellten Ausführungsbeispiel auf einander gegenüberliegenden Seiten eines gemeinsamen Verdichterlaufrads 6 angeordnet.

Der Verdichter 2 in ist einem Verdichtergehäuse angeordnet, das einen äußeren Verdichtergehäuseteil 7a und einen inneren Verdichtergehäuseteil 7b aufweist, die miteinander verbunden und abgedichtet sind. Im äußeren Verdichtergehäuseteil 7a

ist die äußere Verdichterstufe 4 angeordnet während die innere Verdichterstufe 5 sich im inneren Verdichtergehäuseteil 7b befindet. Die Verbindungsfläche ist durch die oben erwähnten strichlierten Linien in Fig. 1 und 2 angedeutet. Es sind auch Ausführungen möglich, wo mehrere Gehäuseteile vorgesehen sind.

Der äußere Verdichtergehäuseteil 7a weist stromaufwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts 6a einen axialen Verdichtereintrittsstutzen 8 zum Anschluss einer nicht weiter dargestellten Frischluftleitung zum Ansaugen von Frischluft auf. Ein Verdichteraustritt für Ladeluft am inneren Verdichtergehäuseteil 7b zum Anschluss an eine Ladeluftleitung einer Brennkraftmaschine ist ebenfalls nicht näher dargestellt.

Vom Verdichtereintrittsstutzen 8 wird die Luft zum (äußeren) Konturbereich 9 des äußeren Verdichterlaufradabschnitts 6a geführt. Als Konturbereich ist hier der Kanalwandabschnitt zwischen Eintritt eines Verdichterlaufradabschnitts und Austritt eines Verdichterlaufradabschnittes bezeichnet, insbesondere der Abschnitt, wo sich der Luftkanal von einem kleinen Durchmesser auf einen größeren Durchmesser erweitert.

Stromaufwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts 6a wird die vorverdichtete Luft in mehrere äußere Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e bzw. Voluten übergeleitet. Die äußeren Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e verlaufen dabei kreisförmig mit zunehmendem Radius um die Drehachse 1a. Gleichzeitig erhöht sich auch der Durchmesser der äußeren Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e in Strömungsrichtung.

Die äußeren Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e der äußeren Verdichterstufe 4 gehen in eine gleiche Anzahl innere Schneckenkanalanordnungen 11, 11' (nur zwei innere Schneckenkanalanordnungen 11, 11' sind in den Figuren dargestellt, bzw. nur eine 11 ist nachfolgend näher diskutiert) der inneren Verdichterstufe 5 über. Wie in Fig. 3 erkennbar ist, liegen im dargestellten Ausführungsbeispiel die äußeren Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e im Wesentlichen auf einem Kreis, dessen Mittelpunkt auf der Drehachse 1a (in Fig. 3 normal zur Bildebene verlaufend und nicht eingezeichnet) liegt.

Die inneren Schneckenkanalanordnungen 11, 11' verlaufen ebenfalls kreisförmig um die Drehachse 1a, allerdings im Gegensatz zu den äußeren

Schneckenkanalanordnungen mit in Strömungsrichtung abnehmendem Radius, gegebenenfalls auch mit abnehmendem Durchmesser. Die inneren Schneckenkanalanordnungen 11 münden nahe der Drehachse 1a in den (inneren) Konturbereich 12 des inneren Verdichterlaufradabschnitts 6b bzw. dessen Eintritt. Vom Austritt des inneren Verdichterlaufradabschnitts 6b wird die verdichtete Luft zu einer nicht dargestellten Ladeluftleitung weitergeführt.

Zum Kühlen des Verdichters 2 sind nun erfindungsgemäß Kühlmittelkanalanordnungen 13, 14 in den Verdichtergehäuseteilen 7a, 7b ausgeführt. Dabei ist eine äußere Kühlmittelkanalanordnung 13 in der äußeren Verdichterstufe 4 vorgesehen, die einen äußeren Kühlmittelsammler 15 und davon ausgehende äußere Kühlmittelteilkanäle 16a, 16b, 16c, 16d, 16e (in den Fig. 1 und 2 strichliert dargestellt) aufweist und im dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer Kühlmittelableitung 17 verbunden ist. Der äußere Kühlmittelsammler 15 verläuft im dargestellten Ausführungsbeispiel ringförmig um den inneren Konturbereich 9.

Eine innere Kühlmittelkanalanordnung 14 ist in der inneren Verdichterstufe 5 vorgesehen und weist einen inneren Kühlmittelsammler 18 und davon ausgehende innere Kühlmittelteilkanäle 19, 19' (in den Fig. 1 und 2 strichliert dargestellt) auf. Die innere Kühlmittelkanalanordnung 14 ist mit einer Kühlmittelzuleitung 20 verbunden. Als Kühlmittel können dabei Wasser oder andere Flüssigkeiten oder Fluide zum Einsatz kommen.

Die Kühlmittelkanalanordnungen 13, 14 bzw. die Kühlmittelteilkanäle 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 19 verlaufen dabei zwischen den jeweiligen Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 11, 11'. Dadurch kommt es zu einer effizienten Wärmeabfuhr in den thermisch kritischen Bereichen und die Temperatur der verdichteten Luft kann in einem optimalen Bereich gehalten werden. Wie in Fig. 2 erkennbar ist, erstrecken sich die Kühlmittelkanalanordnungen 13, 14 bis in die Konturbereiche 9, 12 der jeweiligen Verdichterlaufradabschnitte 6a, 6b, wo es zu einer besonders hohen thermischen Belastung kommt und daher eine Wärmeabführung besonders notwendig ist.

Fig. 3 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie III-III aus Fig.1 – in der oberen Hälfte erstreckt sich die äußere Kühlmittelkanalanordnung 13 bzw. erstrecken sich die äußeren Kühlmittelteilkanäle 16a, 16b, 16c aus dem Bereich zwischen den

äußeren Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e in die Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e umfassende Umgebungsbereiche. Umgebungsbereich bedeutet hier Bereiche außerhalb des Zwischenbereichs zwischen den Schneckenkanalanordnungen, also rund um die Schneckenkanalanordnungen bzw. in deren Umfang, wobei Umgebung thermisch noch von der verdichteten Luft beeinflusste Bereiche bezeichnet. Die Kühlmittelanordnung 13 umfasst also die Schneckenkanalanordnungen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e für optimale Wärmeableitung. Damit wird eine Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche zwischen heißen Luftkanälen und Kühlungsanordnung erzielt. Das ausreichend hohe Maß an Kühlflächen und die Verzahnung der kühlenden und zu kühlenden Strömungswege erlaubt eine ausreichende Kühlung des Verdichters 2 und eine Verwendung des Abgasturboladers 1 auch als Hochdruckturbolader. Eine entsprechende Ausführung kann auch für die innere Verdichterstufe 5 vorgesehen werden, ist aber aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Die innere 13 und äußere Kühlmittelkanalanordnung 14 sind miteinander strömungsverbunden, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel die Strömungsverbindung über die äußeren 16a, 16b, 16c, 16d, 16e und inneren Kühlmittelteilkanäle 19 erfolgt. Damit kann eine Kühlmittelzuleitung 20 im Bereich der inneren Verdichterstufe 5 erfolgen, die Kühlmittelableitung 17 ist dann an der äußeren Verdichterstufe 4 angeordnet. Natürlich kann das Kühlmittel auch umgekehrt geführt werden.

Wie oben beschrieben lässt sich die erfindungsgemäße Anordnung aus Luftleitkanälen und Kühlkanälen besonders gut mit einem Verdichtergehäuse mit einem äußeren Verdichtergehäuseteil 7a und einen inneren Verdichtergehäuseteil 7b realisieren: Diese können einfach gegossen werden, z.B. aus besonders gut wärmeleitendem Aluminium, und mit geeigneten Dichtungen zu einem kompakten, mediendichten Verdichter 2 zusammengebaut werden.

Die beschriebene Erfindung erlaubt durch die zweistufige Aufladung und die zusätzliche Kühlung gegenüber einer einstufigen Verdichtung nennenswerte thermodynamische Vorteile bei gleichzeitig kompaktem Aufbau, der dem zunehmenden Problem des abnehmenden Bauraums entgegenkommt.

Es sollte deutlich sein, dass die Erfindung nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel begrenzt ist, sondern verschiedene Modifikationen innerhalb des Schutzbereichs des Hauptanspruchs möglich sind.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Mehrstufiger Abgasturbolader (1), insbesondere Hochdruckturbolader, für eine Brennkraftmaschine, mit einer zumindest ein Turbinenlaufrad aufweisenden Abgasturbine (3) und einem Verdichter (2) mit einer äußeren Verdichterstufe (4) mit einem äußeren Verdichterlaufradabschnitt (6a) und einer inneren Verdichterstufe (5) mit einem inneren Verdichterlaufradabschnitt (6b), wobei Turbinenlaufrad und innerer (6b) und äußerer Verdichterlaufradabschnitt (6a) auf einer um eine Drehachse (1a) drehbar gelagerten gemeinsamen Welle angeordnet sind, wobei die äußere Verdichterstufe (4) stromaufwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts (6a) einen axialen Verdichtereintrittsstutzen (8) zum Anschluss an eine Frischluftleitung und stromabwärts des äußeren Verdichterlaufradabschnitts (6a) zumindest zwei äußere Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) aufweist, die in zumindest zwei stromaufwärts des inneren Verdichterlaufradabschnitts (6b) verlaufende innere Schneckenkanalanordnungen (11, 11') der inneren Verdichterstufe (5) übergehen, dadurch gekennzeichnet, dass eine zumindest zwischen den äußeren Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) verlaufende äußere Kühlmittelkanalanordnung (13) und/oder eine zwischen den inneren Schneckenkanalanordnungen (11, 11') verlaufende innere Kühlmittelkanalanordnung (14) vorgesehen ist.
2. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die äußere Kühlmittelkanalanordnung (13) zumindest teilweise in den äußeren Konturbereich (9) des äußeren Verdichterlaufradabschnitts (6a) erstreckt und/oder dass sich die innere Kühlmittelkanalanordnung (14) zumindest teilweise in den inneren Konturbereich (12) des inneren Verdichterlaufradabschnitts (6b) erstreckt.
3. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die äußere Kühlmittelkanalanordnung (13) aus dem Bereich zwischen den äußeren Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) in einen zumindest eine oder mehrere der äußeren Schneckenkanalanordnungen (10a, 10b, 10c, 10d, 10e) umgebenden Umgebungsbereich erstreckt und/oder dass sich die innere Kühlmittelkanalanordnung (14) aus dem Bereich zwischen den inneren Schneckenkanalanordnungen (11) in einen zumindest eine oder

mehrere der inneren Schneckenkanalanordnungen (11) umgebenden Umgebungsbereich erstreckt.

4. Abgasturbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Kühlmittelkanalanordnung (13) einen äußeren Kühlmittelsammler (15) und davon ausgehende äußere Kühlmittelteilkanäle (16a, 16b, 16c, 16d, 16e) aufweist und/oder dass die innere Kühlmittelkanalanordnung (14) einen inneren Kühlmittelsammler (18) und davon ausgehende innere Kühlmittelteilkanäle (19, 19') aufweist.
5. Abgasturbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Kühlmittelkanalanordnung (14) und die äußere Kühlmittelkanalanordnung (13) miteinander strömungsverbunden sind.
6. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Kühlmittelteilkanäle (16a, 16b, 16c, 16d, 16e) mit den inneren Kühlmittelteilkanälen (19) strömungsverbunden sind.
7. Abgasturbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kühlmittelzuleitung (20) zur inneren Kühlmittelkanalanordnung (14) vorgesehen ist und zumindest eine Kühlmittelableitung (19) von der äußeren Kühlmittelkanalanordnung (13) vorgesehen ist, oder umgekehrt.
8. Abgasturbolader (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (2) ein Verdichtergehäuse mit zumindest einem äußeren Verdichtergehäuseteil (7a) und zumindest einem inneren Verdichtergehäuseteil (7b) aufweist.
9. Brennkraftmaschine mit zumindest einem Abgasturbolader (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

2015 03 26

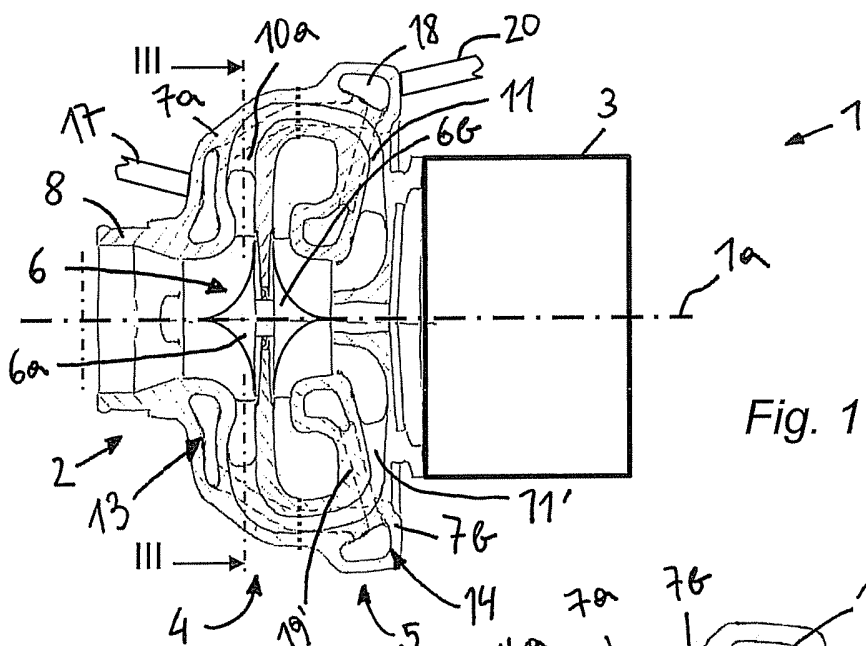


Fig. 1

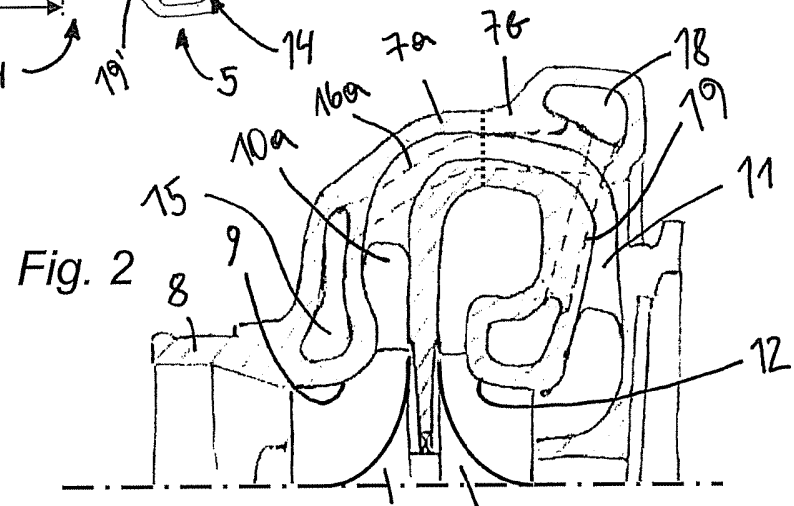


Fig. 2

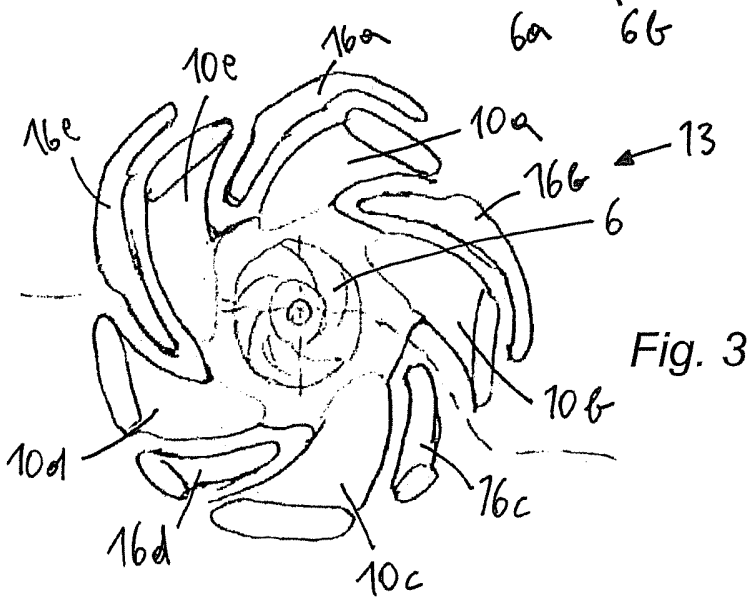


Fig. 3