

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **700 499 B1**

(51) Int. Cl.: **F01D 9/04** (2006.01)  
**F02C 6/12** (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00780/07

(22) Anmeldedatum: 14.05.2007

(30) Priorität: 18.05.2006  
DE 10 2006 023 661.0  
19.09.2006  
DE 10 2006 043 862.0

(24) Patent erteilt: 15.09.2010

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.09.2010

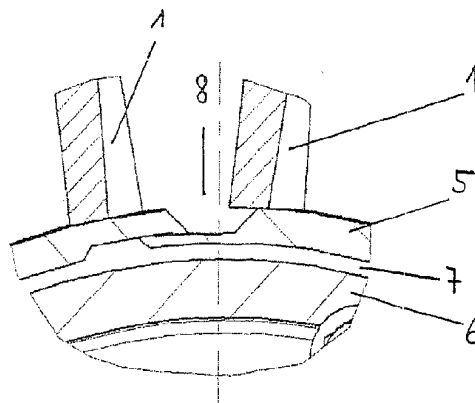
(73) Inhaber:  
MAN Diesel & Turbo SE, Stadtbachstrasse 1  
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:  
Andre Voges, 86450 Hegnenbach (DE)  
Thomas Siewert, 80469 München (DE)

(74) Vertreter:  
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,  
Vorderberg 11  
8044 Zürich (CH)

(54) **Leitapparat für eine Turbine eines Abgasturboladers sowie Abgasturbolader mit demselben.**

(57) Ein Leitapparat für eine, insbesondere axial angeströmte, Turbine eines Abgasturboladers einer mit Schweröl betriebenen Hubkolben-Brennkraftmaschine umfasst eine Mehrzahl von Leitschaufeln (1), die in einem ersten Gehäuseeteil eines Gaseintrittsgehäuses des Abgasturboladers um je eine Drehachse drehbeweglich gelagert sind. Der Leitapparat weist einen Ausgleichsring (5) auf, der zwischen den Leitschaufeln (1) und einem zweiten Gehäuseeteil (6) des Gaseintrittsgehäuses angeordnet und in Richtung der Drehachsen gegen den ersten Gehäuseteil vorspannbar ist.



**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Leitapparat für eine Turbine eines Abgasturboladers einer mit Schweröl betriebenen Hubkolben-Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine Turbine eines Abgasturboladers wird durch Abgase einer Brennkraftmaschine angeströmt. Dies treibt ein mit der Turbine gekoppeltes Verdichterrad an, das der Brennkraftmaschine verdichtete Frischluft zuführt und so den Wirkungsgrad erhöht. Die Abgase werden durch einen Leitapparat auf die Schaufeln der Turbine gelenkt, um ihre Druckenergie möglichst optimal umzusetzen. Neben starren Leitapparaten, die nur für einen Betriebspunkt optimal ausgelegt werden können, sind aus der DE 10 311 205 B3 und der US 4 804 316 Leitapparate für Radialturbinen mit variabler Turbinengeometrie bekannt, bei denen die Schaufeln des Leitapparates einstellbar sind, um den Abgasstrom zu steuern. «Steuern» kann im Folgenden gleichermassen auch «Regeln» umfassen, d.h. die Vorgabe von Steuergrössen in Abhängigkeit von Soll- und Istgrössen,

[0003] Die Leitschaufeln sind in einem Strömungskanal angeordnet und verschwenken, um den Abgasstrom zu steuern, relativ zu einem ersten Gehäuseeteil, in dem sie drehbeweglich gelagert sind, und relativ zu einem zweiten Gehäuseeteil, dem ersten Gehäuseeteil in Richtung der Drehachsen gegenüberliegt. Hierbei besteht die Gefahr eines Überströmens der Leitschaufeln durch den Spalt zwischen erstem Gehäuseeteil und Leitschaufel und zwischen Leitschaufel und zweitem Gehäuseeteil, was die Umlenkung der Abgasströmung und damit den Wirkungsgrad des Abgasturboladers beeinträchtigt. Diese Spalte können sich aufgrund unterschiedlicher Wärmedehnungen der einzelnen Bauteile, d.h. abhängig von deren Material, Abmessungen und Betriebstemperatur ergeben bzw. vergrössern.

[0004] Diese Gefahr ist umso grösser, je höher die Drücke im Abgasturbolader sind, wie dies insbesondere bei 2-Takt-Dieselmotoren der Fall ist. Bei höheren Drücken werden vorwiegend Abgasturbolader mit axial angeströmter Turbine eingesetzt, bei denen die Leitschaufeln sich in einer gekrümmten Zylinderfläche verdrehen. Im Vergleich zu Radialturbinen, bei denen die Leitschaufeln sich zwischen zwei ebenen Scheiben verstellen, erhöht diese komplexe Geometrie die Spaltproblematik nochmals, so dass insbesondere bei Abgasturboladern mit axial angeströmten Turbinen für 2-Takt-Dieselmotoren mit verstellbaren Leitapparaten Überströmprobleme an den Spalten zwischen Leitschaufeln und den Strömungskanal bildenden Gehäuseteilen auftreten können.

[0005] Die DE 10 311 205 B3 schlägt für eine Radialturbine vor, die in dem ersten Gehäuseeteil dreh- und axialbeweglich gelagerten Leitschaufeln durch Tellerfederpakete in Richtung ihrer Drehachsen gegen den zweiten Gehäuseeteil vorzuspannen. Aufgrund der einzelnen, jeder Leitschaufel zugeordneten Tellerfederpakete erfordert diese Lösung nicht nur einen grossen Herstellungs- und Montageaufwand, sondern kann, bedingt durch die Toleranzen der einzelnen Federpakete, auch keine einheitliche Vorspannung aller Leitschaufeln gewährleisten.

[0006] In der US 4 804 316, die ebenfalls eine Radialturbine betrifft, ist der erste Gehäuseeteil, in dem die Leitschaufeln drehbeweglich, aber axial fest gelagert sind, als Ganzes axial beweglich gelagert und wird durch eine Tellerfeder gegen den zweiten Gehäuseeteil vorgespannt. Abstandhalter, die länger als die Leitschaufeln sind, verhindern jedoch deren gleichzeitiges dichtes Anliegen an erstem und zweitem Gehäuseeteil und damit die Abdichtung des Spaltes zwischen den Leitschaufeln und dem ersten bzw. zweiten Gehäuseeteil. Nachteilig muss darüber hinaus die Tellerfeder den kompletten ersten Gehäuseeteil mit den darin gelagerten Leitschaufeln bewegen. Dies belastet die Feder und kann zu einer unerwünschten Eigenfrequenz des Feder-Masse-Systems aus dem erstem Gehäuseeteil mit den darin gelagerten Leitschaufeln und der Tellerfeder führen. Zudem muss eine Stelleinrichtung zur Verdrehung der Leitschaufeln die resultierende axiale Bewegung des ersten Gehäuseteils ausgleichen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Leitapparat für eine Turbine eines Abgasturboladers einer mit Schweröl betriebenen Hubkolben-Brennkraftmaschine zu schaffen, bei dem die Spalthöhen zwischen dem Strömungskanal und den darin angeordneten Leitschaufeln reduziert sind.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Leitapparat nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale weitergebildet.

[0009] Ein Leitapparat nach der vorliegenden Erfindung umfasst eine Mehrzahl von Leitschaufeln, um die Abgasströmung der mit Schweröl betriebenen Hubkolben-Brennkraftmaschine auf die Turbinenschaufeln zu lenken. Diese sind in einem Strömungskanal in einem Gaseintrittsgehäuses des Abgasturboladers um je eine Drehachse drehbeweglich gelagert und können durch eine Stelleinrichtung um ihre jeweilige Drehachse verschwenkt werden, um so die Strömungsverhältnisse im Strömungskanal, insbesondere die Anströmung der Turbinenschaufeln zu verändern.

[0010] Die Leitschaufeln sind drehbeweglich in einem ersten Gehäuseeteil des Gaseintrittsgehäuses des Abgasturboladers gelagert. Die Lagerung kann Wälz- und/oder Gleitlager umfassen. Bevorzugt ist der erste Gehäuseeteil ein integraler Bestandteil des Gaseintrittsgehäuses oder mit diesem axial- und/oder drehfest verbunden. Besonders bevorzugt ist in oder an dem ersten Gehäuseeteil die Stelleinrichtung angeordnet, die beispielsweise einen um die Turbinenachse drehbeweglichen Stellring umfassen kann, dessen Verdrehung relativ zu dem ersten Gehäuseeteil über Stellhebel ein Verschwenken der einzelnen Leitschaufeln um ihre jeweiligen Drehachsen bewirkt. In dieser Hinsicht wird Bezug genommen auf die DE 10 2007 021 340 und die DE 10 013 335 A1, deren Inhalt hiermit in diese Anmeldung aufgenommen wird.

**[0011]** Nach der vorliegenden Erfindung umfasst der Leitapparat einen Ausgleichsring, der zwischen den Leitschaufeln und einem zweiten Gehäuseteil des Gaseintrittsgehäuses angeordnet und in Richtung der Drehachsen gegen den ersten Gehäuseteil vorspannbar ist.

**[0012]** Durch die Vorspannung in Richtung der Drehachsen gegen den ersten Gehäuseteil werden der Ausgleichsring und durch ihn die Leitschaufeln gegen den ersten Gehäuseteil gedrückt, so dass ein Spalt zwischen Leitschaufeln und dem ersten Gehäuseteil, in dem sie gelagert sind, reduziert wird. Gleichzeitig wird auch ein Spalt zwischen den Leitschaufeln und dem Ausgleichsring reduziert, so dass ein Überströmen der Leitschaufeln auf beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Strömungskanals reduziert oder verhindert wird.

**[0013]** Durch den Ausgleichsring können alle Leitschaufeln vorteilhafterweise im Wesentlichen mit der gleichen Vorspannkraft beaufschlagt werden. Zudem ist der Herstellungs- und Montageaufwand gegenüber einzeln vorgespannten Leitschaufeln deutlich reduziert. Vorteilhafterweise kann die Stelleinrichtung im bzw. am ersten, festen Gehäuseteil angeordnet sein, was insbesondere ihre Anlenkung und Abstützung vereinfachen kann. Eine Abdichtung des ersten Gehäuseteils, in dem die Leitschaufeln gelagert sind, gegenüber dem Strömungskanal kann vorteilhafterweise entfallen oder konstruktiv einfacher ausgebildet werden.

**[0014]** Bevorzugt ist der Ausgleichsring gegenüber dem zweiten Gehäuseteil abgedichtet. Da dieser Gehäuseteil und der Ausgleichsring keine Lagerungen für die Leitschaufeln aufweisen müssen, kann diese Abdichtung konstruktiv einfacher und sicherer ausgeführt werden.

**[0015]** Vorteilhafterweise verringert sich aufgrund der Kraftbeaufschlagung durch den Ausgleichsring an der der Lagerung gegenüberliegenden Seite der Leitschaufeln auch die Gefahr von Selbstthemmung der mit der Lagerung zusammenwirkenden Stelleinrichtung.

**[0016]** Bei einer Radialturbine sind die Drehachsen bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Turbinenachse orientiert, so dass die Leitschaufeln zwischen zwei ebenen Scheiben verschwenkt werden. Bei einer axial angeströmten Turbine sind die Drehachsen der Leitschaufeln bevorzugt im Wesentlichen radial orientiert und bilden mit der Turbinenachse einen Winkel im Bereich von 70° bis 110°, bevorzugt zwischen 80° und 100° und besonders bevorzugt im Wesentlichen gleich 90°.

**[0017]** Bei einer Radialturbine ist der Ausgleichsring somit bevorzugt in Richtung der Turbinenachse vorspannbar. Hierzu kann er beispielsweise in Richtung der Turbinenachse verschieblich in dem zweiten Gehäuseteil des Gaseintrittsgehäuses gelagert sein, gegen das er bevorzugt abgedichtet ist. Gleichermassen kann er in diese Richtung elastisch verformbar ausgebildet sein.

**[0018]** Mit besonderem Vorteil wird ein erfindungsgemässer Leitapparat bei einer axial angeströmten Turbine eingesetzt. Hierzu ist der Ausgleichsring bevorzugt in im Wesentlichen radialer Richtung verformbar, um so Unterschiede zwischen der radialen Erstreckung des Strömungskanals und der Leitschaufeln auszugleichen, der sich aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnung der Leitschaufeln und des ersten und zweiten Gehäuseteils des Gaseintrittsgehäuses ergibt.

**[0019]** Diese Verformung kann alleine durch elastische oder plastische Dehnung bzw. Kontraktion des Ausgleichsringes realisiert werden. Bevorzugt weist der Ausgleichsring jedoch einen durchgehenden Schlitz auf, der sich in Umfangsrichtung vergrössert, wenn der Ausgleichsring sich in radialer Richtung ausdehnt. Um die Verformung des Ausgleichsringes, insbesondere im Bereich der an den Schlitz angrenzenden Bereiche, zu führen, kann der Ausgleichsring in dem durchgehenden Schlitz einander in Umfangsrichtung überlappende Kanten aufweisen. Diese gleiten bei einer Ausdehnung des Ausgleichsringes aufeinander und führen so die an den Schlitz angrenzenden Bereiche in der Art einer Gleitlagerung.

**[0020]** Insbesondere, wenn der Ausgleichsring gegenüber dem zweiten Gehäuseteil abgedichtet ist, ist es vorteilhaft, wenn die einander überlappenden Kanten als Dichtlippe ausgebildet sind. Somit kann wenig oder kein Abgas aus dem Strömungskanal zwischen Ausgleichsring und zweitem Gehäuseteil oder durch den Schlitz des Ausgleichsringes austreten, sondern wird möglichst vollständig der Turbine zugeführt. Umgekehrt kann der Ausgleichsring durch ein Fluid, das zwischen ihm und dem zweiten Gehäuseteil unter Druck steht, hydraulisch oder pneumatisch vorgespannt werden, ohne dass dieses Fluid in den Strömungskanal austritt.

**[0021]** Die hydraulische oder pneumatische Vorspannung des Ausgleichsringes weist darüber hinaus den Vorteil auf, den Ausgleichsring über seinem Umfang gleichmässig zu beaufschlagen. Zudem kann durch die Wärmedehnung des hierzu verwendeten Fluides, beispielsweise Luft, Hydrauliköl oder dergleichen, die Vorspannungscharakteristik des Ausgleichsringes eingestellt werden. Wird beispielsweise ein Fluid mit einem hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten gewählt, welches sich bei Erwärmung stärker auszudehnen sucht als die es umgebenden Bauteile, insbesondere der Ausgleichsring und der zweite Gehäuseteil, so verstärkt sich die Vorspannung mit steigender Betriebstemperatur. Somit kann auch bei höherer Last der Abgasturbine und somit höherem Abgasdruck und höherer Abgastemperatur zuverlässig ein Überströmen der Leitschaufeln verhindert werden. Ein weiterer Vorteil einer pneumatischen und insbesondere einer hydraulischen Vorspannung des Ausgleichsringes liegt in den Dämpfungseigenschaften des hierzu verwendeten Fluides, das Schwingungen des Ausgleichsringes gegen den zweiten Gehäuseteil dämpfen und damit beispielsweise von den Leitschaufeln induzierten Schwingungsanregungen entgegenwirken kann. Ein weiterer Vorteil kann darin liegen, dass die Vorspannung durch Einstellen eines bestimmten Fluiddruckes leicht auf vorgegebene Werte eingestellt werden kann.

**[0022]** Aus diesen Gründen ist eine hydraulische oder pneumatische Vorspannung gleichermaßen bei Radialturbinen wie auch axial angeströmten Turbinen vorteilhaft. Um diese zu realisieren, kann zwischen dem Ausgleichsring und dem zweiten Gehäuseteil eine Druckkammer ausgebildet sein, in dem ein Fluid unter Druck den Ausgleichsring vom zweiten Gehäuseteil weg zum ersten Gehäuseteil hin vorspannt.

**[0023]** Zusätzlich oder alternativ kann der Ausgleichsring auch mechanisch in Richtung der Drehachsen gegen den ersten Gehäuseteil vorspannbar sein, beispielsweise durch Tellerfedern oder dergleichen. Eine solche mechanische Vorspannung weist den Vorteil auf, relativ ausfallsicher zu sein, sie ist insbesondere gegenüber Leckagen zwischen Ausgleichsring und zweitem Gehäuseteil unempfindlich.

**[0024]** Bevorzugt ist die Vorspannung des Ausgleichsringes so gewählt, dass dieser im gesamten im Betrieb auftretenden Temperaturbereich die Leitschaufeln gegen das erste Gehäuseteil spannt. Durch die unterschiedlichen Wärmedehnkarakteristiken und die unterschiedliche Erwärmung der einzelnen Bauteile verändern sich die theoretisch zwischen Leitschaufeln und Strömungskanal auftretenden Spalte. So werden zu Beginn des Betriebs die direkt und auf grosser Fläche angeblasenen, kleinvolumigen Leitschaufeln stärker durchwärmt als der erste und zweite Gehäuseteil und der Ausgleichsring, im Laufe des Betriebs gleichen sich die Temperaturen aus, während bei Lastrücknahme das Gaseintrittsgehäuse die Wärme länger speichert als die rascher abkühlenden Leitschaufeln. Wird die Vorspannung so gewählt, dass sie auch bei maximal auftretenden thermisch bedingten Toleranzen zwischen Strömungskanal und Leitschaufeln den Ausgleichsring gegen die Leitschaufeln presst, wird ein Überströmen durch einen Spalt zwischen Leitschaufeln und dem Strömungskanal verhindert. Umgekehrt wird die Federsteifigkeit, mit der der Ausgleichsring vorgespannt wird, vorteilhaft so gewählt, dass auch bei minimal auftretenden thermisch bedingten Toleranzen zwischen Strömungskanal und Leitschaufeln eine ungehinderte Bewegung der Leitschaufeln möglich bleibt. Mit besonderem Vorteil kann hierzu die Vorspannung und die Federsteifigkeit bei hydraulischer oder pneumatischer Vorspannung durch die Wahl des Fluides und der Fluidmenge vorgegeben werden.

**[0025]** Um unterschiedliche Wärmeausdehnungen von Leitschaufeln und erstem Gehäuseteil zu kompensieren, ist es vorteilhaft, wenn die Leitschaufeln in dem ersten Gehäuseteil in Richtung der Drehachse axial beweglich gelagert sind und sich somit in dieser Richtung vom ersten Gehäuseteil entfernen können. Der vorgespannte Ausgleichsring drückt auf der der Lagerung gegenüberliegenden Seite auf die Leitschaufeln und verhindert dort ein Überströmen. Durch die Beaufschlagung auf der gegenüberliegenden Seite durch den Ausgleichsring werden die Leitschaufeln jedoch ausreichend gegen den ersten Gehäuseteil vorgespannt und so ein Überströmen auch auf dieser Seite der Leitschaufeln verhindert. Vorteilhafterweise können die Achsen der Leitschaufeln, mit denen sie dreh- und axialbeweglich im ersten Gehäuseteil gelagert sind, abgedichtet sein.

**[0026]** Weitere Aufgaben, Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und den Ausführungsbeispielen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 einen Leitapparat nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in der Draufsicht;

Fig. 2 den Leitapparat im Teilschnitt längs der Linie II–II in Fig. 1;

Fig. 3 den oberen Bereich der Fig. 2 in vergrößerter Darstellung;

Fig. 4 einen Teil des Leitapparates längs der Linie IV–IV in Fig. 3;

Fig. 5 einen Teil des Leitapparates längs der Linie V–V in Fig. 1; und

Fig. 6 einen Teil eines in Fig. 4 dargestellten Ausgleichsringes in vergrößerter Darstellung.

**[0027]** Fig. 1 zeigt in der Draufsicht einen Leitapparat nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung für eine axial angeströmte Turbine eines (nicht dargestellten) Abgasturboladers einer mit Schweröl betriebenen (ebenfalls nicht dargestellten) Hubkolben-Brennkraftmaschine in Form eines 2-Takt-Dieselmotors. Der Leitapparat umfasst eine Mehrzahl von Leitschaufeln 1, die in einem ersten Gehäuseteil in Form eines äusseren Leitrings 2 um je eine Drehachse A drehbeweglich gelagert sind.

**[0028]** Der äussere Leiring 2 ist in nicht näher dargestellter Weise mit einem Gaseintrittsgehäuse des Turboladers fest, beispielsweise durch Schrauben, verbunden und definiert teilweise einen Strömungskanal für die den Abgasturbolader durchströmenden Abgase, in dem die Leitschaufeln 1 verschwenkbar angeordnet sind.

**[0029]** Durch Verschwenken der Leitschaufeln 1 um ihre Drehachse A kann die Anströmung der Turbine des Abgasturboladers durch die Abgase des Dieselmotors eingestellt, insbesondere die Menge und die Richtung des die Turbine beaufschlagenden Abgasstromes verändert werden.

**[0030]** Hierzu ist jede Leitschaufel 1 über je einen Stellhebel 3.1 mit einem Stellring 3.2 so verbunden, dass eine Verdrehung des Stellringes 3.2 um die Turbinenachse B ein Verschwenken der einzelnen Leitschaufeln 1 um ihre jeweiligen Drehachsen A bewirkt. Stellhebel 3.1 und Stellring 3.2 bilden eine Stelleinrichtung 3.

**[0031]** Um ein Abströmen der Abgase aus dem Strömungskanal durch die Lagerung der Leitschaufeln 1 im äusseren Leitring 2 bzw. ein Rückströmen von Abgas aus einem Diffusorgehäuse in den Strömungskanal zu verhindern, ist stromabwärts ein Dichtdeckel 4 fest mit dem äusseren Leitring 2 verschraubt und zwischen dem Gaseintritts- und dem mit diesem verbundenen Diffusorgehäuse geklemmt. Dies führt vorteilhafterweise dazu, dass im Wesentlichen das gesamte Abgas durch die Leitschaufeln 1 kontrolliert der Turbine zugeführt wird, die somit einen möglichst grossen Anteil der Energie des Abgases in Verdichtungsarbeit des Abgasturboladers umsetzen kann.

**[0032]** Insbesondere verhindert der Dichtdeckel 4 auf konstruktiv einfache Weise eine Bypassströmung durch die Lagerung der Leitschaufeln um den Leitapparat herum.

**[0033]** Die Leitschaufeln sind in dem äusseren Leitring 2 auch in radialer Richtung beweglich gelagert. Hierzu weist der dreh- und axialfest mit einem Schaft der Leitschaufel 1 verbundene Stellhebel 3.1 eine Bohrung auf, die ein dreh- und axialfest mit dem Stellring 3.2 verbundener Stift 3.3 so durchgreift, dass der Stellhebel 3.1 bei einer Verschiebung der Leitschaufel 1 in Richtung ihrer Drehachse A auf dem Stift 3.3 in radialer Richtung gleitet. Wie insbesondere aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, stehen die Drehachsen A der Leitschaufeln 1 sowie die Längsachsen der Stifte 3.3 nicht exakt senkrecht auf der Turbinenachse B, sondern sind gegenüber dieser leicht geneigt.

**[0034]** Der Leitapparat umfasst einen Ausgleichsring in Form eines inneren Leitringes 5, der zwischen den Leitschaufeln 1 und einem zweiten Gehäuseteil des Gaseintrittsgehäuses in Form eines Halteringes 6 angeordnet ist. Der Haltering ist wiederum fest mit dem Gaseintrittsgehäuse des Abgasturboladers verschraubt.

**[0035]** Der innere Leitring 5 ist in radialer Richtung gegen den äusseren Leitring 2 vorspannbar. Hierzu ist zwischen dem Haltering 6 und dem darin radial beweglich gelagerten inneren Leitring 5 ein Fluid, beispielsweise Luft oder Hydrauliköl, in einer zwischen innerem Leitring 5 und Haltering 6 definierten Druckkammer 7 eingefüllt. Während im dargestellten Ausführungsbeispiel die Druckkammer 7 im Wesentlichen dicht gegen die Umgebung, insbesondere den Strömungskanal abgeschlossen ist, kann in einer Abwandlung des Ausführungsbeispiels das Fluid auch beständig in die Druckkammer nachgeliefert werden und von dort in den Strömungskanal austreten. Hierzu kann die Druckkammer beispielsweise mit vom Abgasturbolader verdichteter Frischluft beschickt werden.

**[0036]** Der innere Leitring 5 kann sich in radialer Richtung bewegen. Er ist hierzu elastisch verformbar und weist einen durchgehenden Schlitz 8 auf (Fig. 4), dessen einander gegenüberliegende Kanten in Umfangsrichtung Hinterschneidungen 9 aufweisen (Fig. 6).

**[0037]** Im unverformten, nicht montierten Zustand sind diese beiden Kanten durch einen radialen Spalt beabstandet (Fig. 6). Bei der Montage wird der innere Leitring 5 elastisch in radialer Richtung zusammengedrückt, so dass die beiden Kanten sich gegenseitig in Umfangsrichtung überlappen (Fig. 4). Die Hinterschneidungen 9 hintergreifen einander dabei.

**[0038]** Dies verhindert zum einen vorteilhaft ein ungewolltes Zurückschnappen des bei der Montage elastisch vorgespannten inneren Leitringes 5 und erleichtert so die Montage. Zum anderen wird der innere Leitring 5 auf diese Weise auch mechanisch, nämlich durch seine elastische Deformation, in radialer Richtung vorgespannt. Diese elastische Vorspannung, aufgrund der sich der innere Leitring 5 in radialer Richtung nach aussen ausdehnen möchte, wirkt mit dem unter Druck stehenden Fluid in der Druckkammer 7 zusammen, so dass der innere Leitring 5 sowohl mechanisch als auch hydraulisch bzw. pneumatisch radial nach aussen vorgespannt ist. Darüber hinaus bilden die beiden Hinterschneidungen eine Dichtlippe aus, die ein Austreten des Fluides aus der Druckkammer 7 bzw. ein Eindringen von Abgas in die Druckkammer 7 reduziert oder verhindert.

**[0039]** Auf der der Hinterschneidung 9 gegenüberliegenden Seite ist jede Kante zwar entgratet, um die Verletzungsgefahr bei der Montage zu verringern, ist aber gleichwohl scharfkantig ausgebildet. Dies erhöht nicht nur die Dichtwirkung der Dichtlippe, sondern dient auch dazu, Ablagerungen von dem inneren Leitring 5 abzuschaben, die sich in dem Schlitz 8 durch Fremdpartikel im Abgasstrom bilden.

**[0040]** Der innere Leitring 5 ist, wie insbesondere in Fig. 5 erkennbar, an wenigstens einer Stelle dreh- und axialfest mit dem Haltering 6 verbunden. Hierzu durchgreift der Schaft einer in den Haltering 6 eingeschraubten RB-Schraube 10 eine Bohrung im inneren Leitring 5 in radialer Richtung. Dies erleichtert die Montage. Durch eine entsprechende Passung zwischen Schraubenschaft und Bohrung kann ein Entweichen von Fluid aus der Druckkammer 7 reduziert oder verhindert werden. In entsprechender Weise ist der innere Leitring auch an seinen Stirnseiten (links, rechts in Fig. 5) gegen den Haltering 6 bzw. das Gaseintrittsgehäuse (nicht dargestellt) abgedichtet.

**[0041]** Zur Befüllung der Druckkammer kann die RB-Schraube 10 so weit herausgeschraubt werden, dass ihr Schaft die Bohrung im inneren Leitring 5 freigibt. Durch diese kann Fluid mit dem gewünschten Druck in die Druckkammer eingefüllt werden, die anschliessend durch Einschrauben der RB-Schraube 10 wieder verschlossen wird.

**[0042]** Die Bauteile des Leitapparates weisen unterschiedliche Wärmedehnungscharakteristiken auf. So werden am Anfang des Betriebes des Abgasturboladers zunächst die dünnen und kleinvolumigen Leitschaufeln 1 auf grosser Fläche von dem heissen Abgasstrom beaufschlagt und somit rasch durchwärmt. Dabei dehnen sie sich auch in radialer Richtung relativ stark aus. Der grossvolumigere äussere Leitring 2, in dem die Leitschaufeln 1 gelagert sind, wird nur auf einem kleineren Oberflächenanteil von den Abgasen beaufschlagt und dehnt sich dementsprechend auch in radialer Richtung nicht so stark aus – gleiches gilt für den Haltering 6. Während des Betriebes tritt ein Temperatenausgleich zwischen die-

sen Bauteilen auf. Nach Betriebsende speichern der grossvolumige äussere Leit- und Haltering 2, 6 die Wärme länger und kontrahieren entsprechend langsamer als die Leitschaufeln 1, die die Wärme auf grosser Fläche abgeben. Somit dehnen sich die Bauteile thermisch bedingt in radialer Richtung unterschiedlich stark aus. Sind die Bauteile zudem aus unterschiedlichen Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten hergestellt, so verstärken sich die Unterschiede in der radialen Ausdehnung.

**[0043]** Bei der vorliegenden Ausführung kompensieren die Leitschaufeln 1 diese Unterschiede, indem sie sich längs ihrer Drehachse A in der Lagerung im äusseren Leitring 2 verschieben.

**[0044]** Auf der dem äusseren Leitring 2 gegenüberliegenden Seite sind die Leitschaufeln 1 durch den inneren Leitring 5 in radialer Richtung zu dem äusseren Leitring 2 hin, d.h. radial nach aussen vorgespannt. Die Vorspannung resultiert dabei zum einen mechanisch daraus, dass der innere Leitring 5 bei der Montage aus seinem unverformten Zustand (Fig. 6) in radialer Richtung zusammengedrückt wurde und sich dementsprechend in radialer Richtung zurückzustellen sucht. Zum anderen resultiert die Vorspannung hydraulisch bzw. pneumatisch aus dem unter Druck stehenden Hydrauliköl bzw. der unter Druck stehenden Luft in der Druckkammer 7.

**[0045]** Die Vorspannung des Ausgleichsringes ist so gewählt, dass er im gesamten im Betrieb auftretenden Temperaturbereich die Leitschaufeln 1 gegen den äusseren Leitring 2 presst. Dadurch wird einerseits ein Spalt zwischen den Leitschaufeln 1 und dem inneren Leitring 5 kraftschlüssig minimiert. Auf der gegenüberliegenden Seite werden die Leitschaufeln 1 gegen den äusseren Leitring 2 gepresst, so dass auch dort ein Spalt zwischen Leitschaufeln und Leitring minimiert wird. Dies reduziert oder verhindert ein Überströmen der Leitschaufeln 1 an deren radial innen bzw. aussen liegenden Stirnseiten.

**[0046]** Dehnen sich somit die Leitschaufeln 1, der äussere Leitring 2, der innere Leitring 5 sowie der Haltering 6 im Betrieb thermisch bedingt unterschiedlich stark aus, so können die Leitschaufeln 1 sich in ihren Lagerungen längs ihrer Drehachsen A in radialer Richtung verschieben und diese Unterschiede kompensieren. Durch die Beaufschlagung durch den stets vorgespannten inneren Leitring 5 wird ein Spalt zwischen äusserem Leitring 2 und Leitschaufeln 1 und zwischen Leitschaufeln 1 und dem inneren Leitring 5 minimiert.

**[0047]** Dabei muss sich die Stelleinrichtung 3 nicht relativ zu dem äusseren Leitring 2 bewegen, was ihre Abstützung und die Abdichtung der Lagerung der Leitschaufeln 1 erheblich erleichtert. Zudem verringert sich die Gefahr der selbsthemmenden Klemmung der Leitschaufeln 1 in ihrer Lagerung bzw. der Stellhebel 3.1 auf den Stiften 3.3 aufgrund der Beaufschlagung durch den inneren Leitring 5 auf der der Lagerung gegenüberliegenden Seite.

**[0048]** Im Betrieb ändert der innere Leitring 5 seinen Radius und damit seinen Umfang, um die unterschiedlichen Wärme- dehnungen der Bauteile des Leitapparates zu kompensieren. Dabei verschieben sich seine einander überlappenden Kanten im Schlitz 8 (Fig. 4) in Umfangsrichtung gegeneinander. Vorteilhafterweise werden dabei Ablagerungen aus Fremdpartikeln im Abgasstrom, die sie bevorzugt im Schlitz 8 absetzen, abgeschabt und vom Abgasstrom mitgerissen. Somit kann eine Ansammlung solcher Ablagerungen und insbesondere deren Verfestigung vermieden werden, die die Bewegung des inneren Leitringes 5 in radialer Richtung beeinträchtigen würden.

### Bezugszeichen

#### [0049]

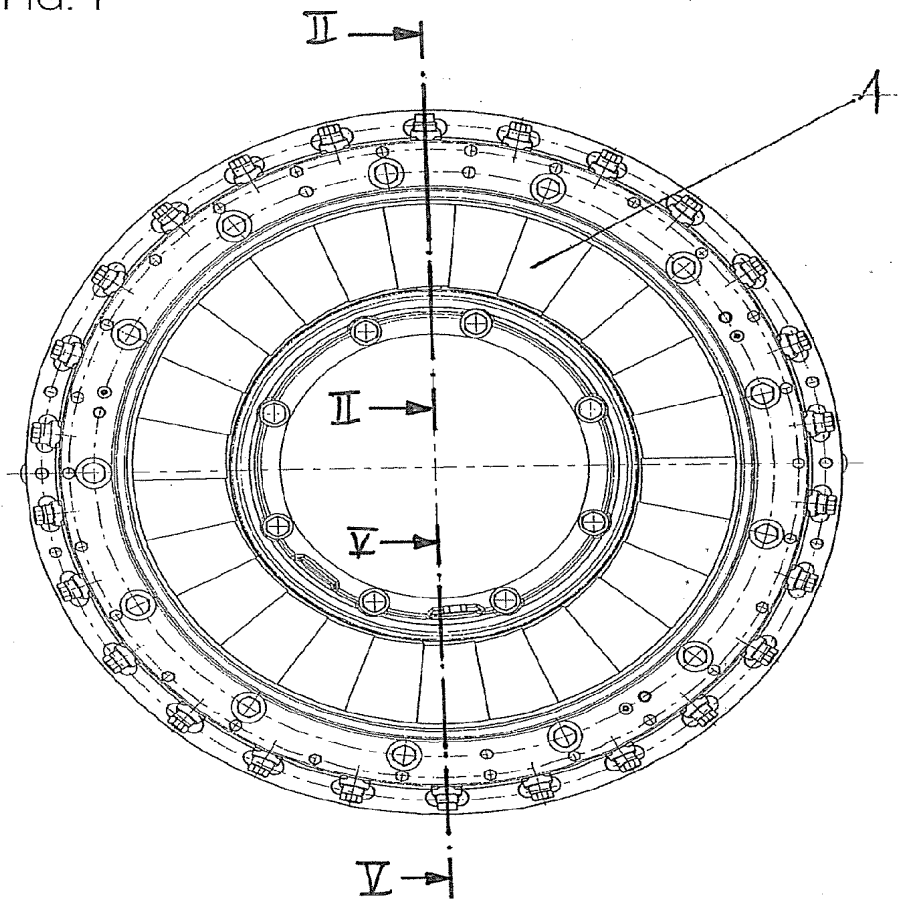
- |     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| 1   | Leitschaufel                       |
| 2   | äusserer Leitring (1. Gehäuseteil) |
| 3   | Stelleinrichtung                   |
| 3.1 | Stellhebel                         |
| 3.2 | Stellring                          |
| 3.3 | Stift                              |
| 4   | Dichtdeckel                        |
| 5   | innerer Leitring (Ausgleichsring)  |
| 6   | Haltering (2. Gehäuseteil)         |
| 7   | Druckkammer                        |
| 8   | Schlitz                            |
| 9   | Hinterschneidung                   |
| 10  | RB-Schraube                        |

- A Drehachse
- B Turbinenachse

**Patentansprüche**

1. Leitapparat für eine, insbesondere axial angeströmte, Turbine eines Abgasturboladers, mit einer Mehrzahl von Leitschaufeln (1), die in einem ersten Gehäuseteil (2) eines Gaseintrittsgehäuses des Abgasturboladers um je eine Drehachse (A) drehbeweglich gelagert sind; dadurch gekennzeichnet, dass der Leitapparat einen Ausgleichsring (5) umfasst, der zwischen den Leitschaufeln (1) und einem zweiten Gehäuseteil (6) des Gaseintrittsgehäuses angeordnet und in Richtung der Drehachsen (A) gegen den ersten Gehäuseteil (2) vorspannbar ist.
2. Leitapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring in Richtung der Drehachsen verformbar ist.
3. Leitapparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring einen durchgehenden Schlitz (8) aufweist.
4. Leitapparat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring in dem durchgehenden Schlitz einander in Umfangsrichtung überlappende Kanten aufweist.
5. Leitapparat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die einander überlappenden Kanten als Dichtlippe ausgebildet sind.
6. Leitapparat nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die einander überlappenden Kanten einander hintergreifende Hinterschneidungen (9) aufweisen.
7. Leitapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgleichsring hydraulisch, pneumatisch und/oder mechanisch in Richtung der Drehachsen gegen den ersten Gehäuseteil vorspannbar ist.
8. Leitapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorspannung des Ausgleichsringes so gewählt ist, dass er im gesamten im Betrieb auftretenden Temperaturbereich die Leitschaufeln gegen den ersten Gehäuseteil spannt.
9. Leitapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln in dem ersten Gehäuseteil in Richtung der Drehachse axial beweglich gelagert sind.
10. Abgasturbolader für eine mit Schweröl betriebene Hubkolben-Brennkraftmaschine mit einem Leitapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

FIG. 1



8

FIG. 2

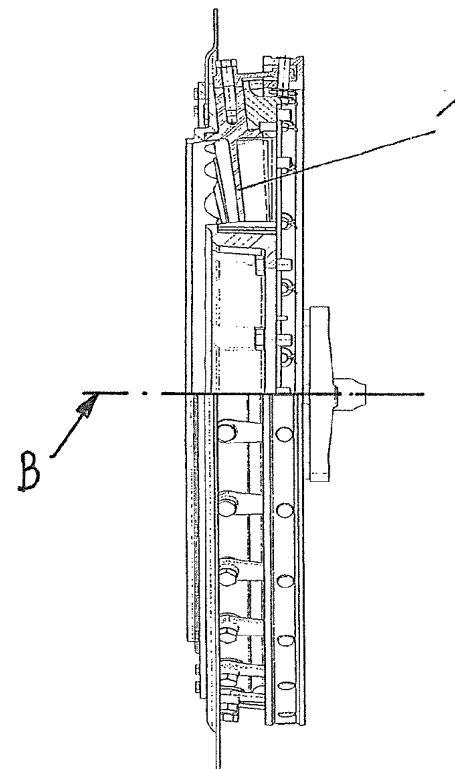


FIG. 3

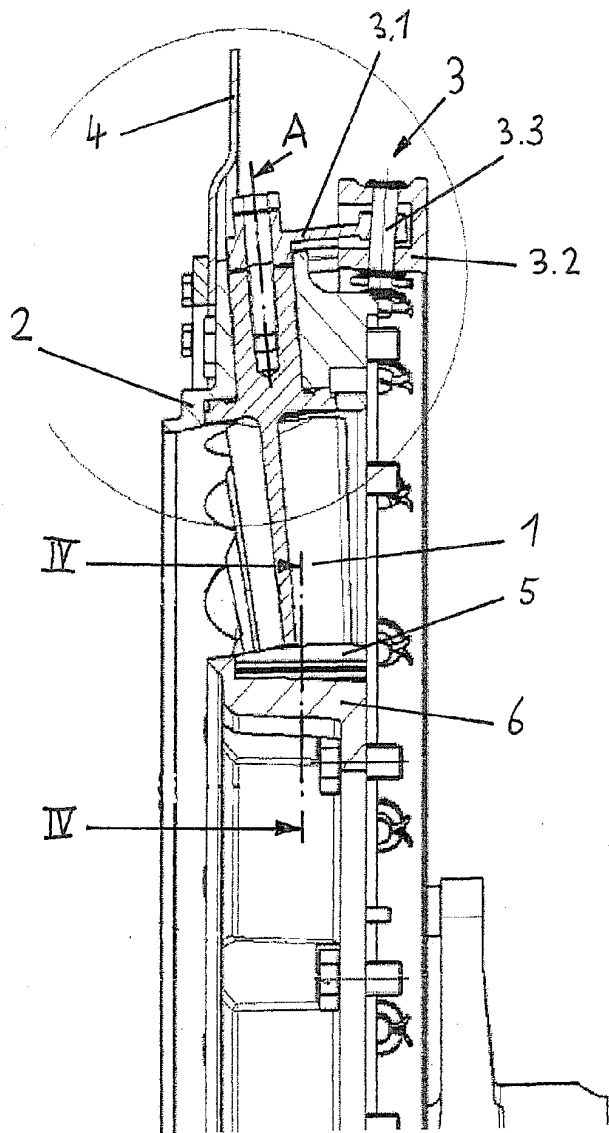


FIG. 4

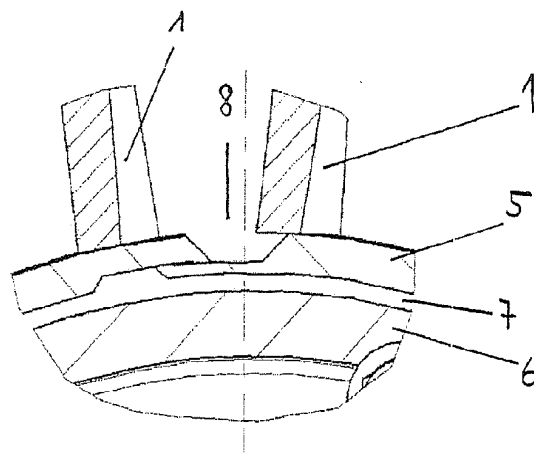


FIG. 5

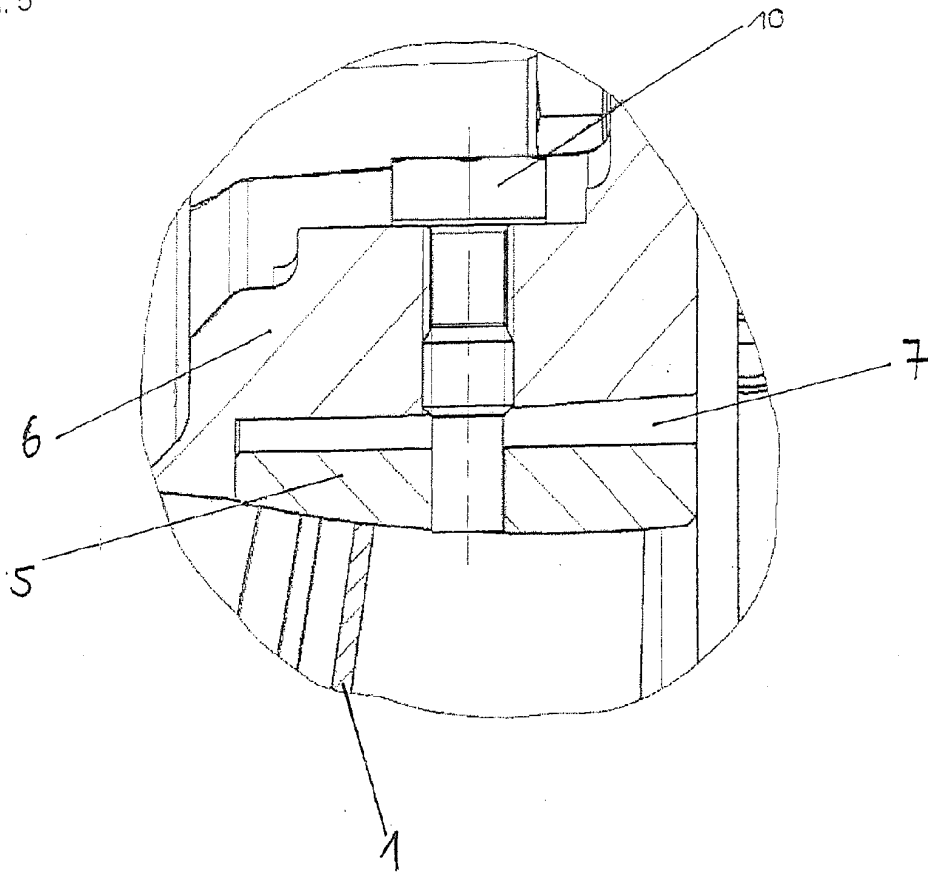


FIG. 6

