

(19)



(11)

EP 2 243 932 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.10.2010 Patentblatt 2010/43

(51) Int Cl.:
F01D 17/16^(2006.01) F01D 11/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10152861.0**

(22) Anmeldetag: **29.03.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **04.04.2000 DE 10016745**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
01108009.0 / 1 143 111

(71) Anmelder: **MAN Diesel SE**
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Bartholomä, Klaus, Dr.**
86316 Friedberg (DE)
• **Schrott, Karl Heinz**
86169 Augsburg (DE)

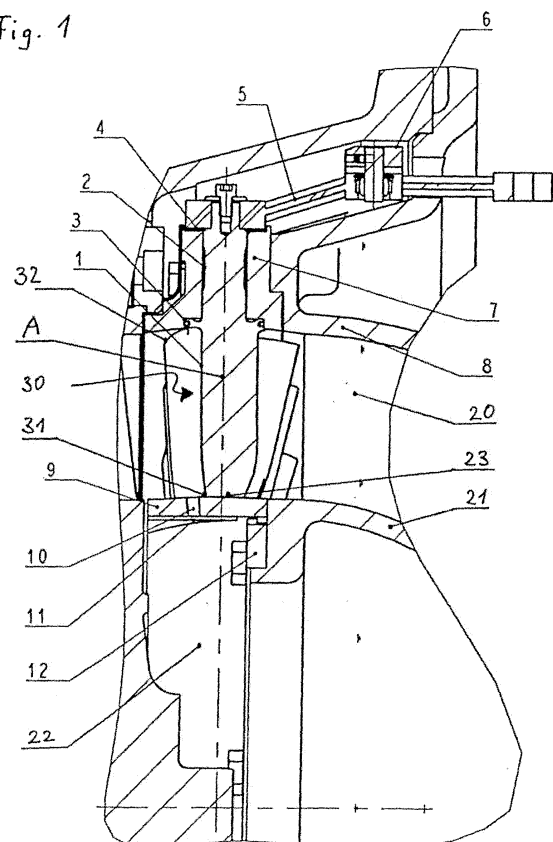
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 08-02-2010 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Abgasturboladerturbine mit einem eine Reihe von verstellbaren Leitschaufeln umfassenden Leitapparat**

(57) Um die Komponenten eines Leitapparates für eine axial durchströmte Abgasturboladerturbine sowohl leistungsfähig betätigbar zu machen als auch nur geringe Spaltströmungen zuzulassen wird eine Abgasturboladerturbine vorgeschlagen mit einem eine Reihe von verstellbaren Leitschaufeln (30) umfassenden Leitapparat im Strömungskanal (20), der zum einen durch eine innere kugelförmig ausgebildete Nabe (21) und zum anderen durch einen äußeren kugelförmig ausgebildeten Leitschaufelträger (7) begrenzt ist, wobei die Leitschaufeln (30) einerseits in radialen Lagerbohrungen des ringförmigen Leitschaufelträgers (7) drehbar gelagert sind und andererseits das kugelförmig ausgebildete Kopf- und Fußprofil (32, 31) der Leitschaufeln (30) gegen den Leitschaufelträger (7) und die Nabe (21) dichten, bei der die Nabe (21) zumindest im Dichtbereich (23) der inneren Spitzen (31) der Leitschaufeln (30) mit einer nachgiebigen Nabenkontur (9) ausgeführt ist und die Lagerung der Leitschaufeln (31) in Richtung der Leitschaufelachsen (A) ebenfalls nachgiebig ausgestaltet ist.

Fig. 1

**EP 2 243 932 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abgasturboladerturbine mit einem eine Reihe von verstellbaren Leitschaufeln umfassenden Leitapparat im Strömungskanal, der zum einen durch eine innere Nabe und zum anderen durch einen äußeren Leitschaufelträger begrenzt ist, wobei die Leitschaufeln einerseits in radialen Lagerbohrungen des ringförmigen Leitschaufelträgers drehbar gelagert sind und andererseits mit ihrem Kopfprofil gegen den Leitschaufelträger, sowie mit ihrem Fußprofil gegen die Nabe dichten, also die Leitschaufeln einseitig gelagert sind.

[0002] Verstellbare, insbesondere Turbinenleitapparate werden bekanntlich im Turbinen- und Turboladerbau verwendet um die Turbine während des Betriebes besser an den jeweiligen Betriebszustand anpassen zu können. Denn die gegebene Charakteristik beispielsweise eines Abgasturboladers im Zusammenhang mit einer Kolbenmaschine hoher spezifischer Leistung macht es schwierig, für den gesamten Betriebsbereich das erwünschte Luftangebot zur Verfügung zu stellen. So kann durch Verstellen des Leitapparate-Querschnitts der Ladedruck und damit das Luftangebot für einen gegebenen Lastpunkt innerhalb gewisser Grenzen verändert werden. Durch Öffnen des Turbinenquerschnitts mit zunehmender Last nach einer vorgegebenen Charakteristik kann dann der Druckanstieg so begrenzt werden, das sich bei Volllast der Spülluftdruck und damit auch der Zünddruck und Kraftstoffverbrauch des normal ausgelegten Motors einstellen.

[0003] So kann also der Wirkungsgrad der Turbine mit einem verstellbaren Turbinenleitapparat, insbesondere beim Betrieb abseits vom Auslegungspunkt, angehoben oder abgesenkt werden.

[0004] Üblicherweise haben verstellbare Turbinenleitapparate mehrere um eine Achse drehbar angeordnete Leitschaufeln, die über Hebel und Stellringe angelenkt werden.

[0005] Grundsätzlich muss zwischen verstellbaren Turbinenleitapparaten für axial und radial durchströmten Turbinen unterschieden werden. Während der radial durchströmte verstellbare Turbinenleitapparat relativ einfach aufgebaut werden kann (siehe beispielsweise DE 42 18 229 C1), ist der axial durchströmte wesentlich aufwendiger zu realisieren, da insbesondere die Naben- und Zuströmgehäusekontur kugelförmig, d. h. zumindest gekrümmt gestaltet werden muss. Dies ist notwendig, um bei allen Leitschaufelstellungen zur Naben- und Zuströmgehäusekontur hin einen gleichförmigen radialen Spalt zu erzeugen.

[0006] Eine gattungsbildende Axialströmungsmaschine, insbesondere axial durchströmte Turbine zeigt die DE 42 13 709 A1. Der verstellbare Turbinenleitapparat bietet durch Verdrehen der Leitschaufeln dort die Möglichkeit, den Strömungsquerschnitt in der Turbine bei Teillast des Motors zu verringern und dadurch den Luftdruck vor dem Zylinder anzuheben.

[0007] Der vorbekannte axial durchströmte verstellbare Turbinenleitapparat umfasst innerhalb der den ringförmigen Strömungskanal begrenzenden Wandungen zum einen die innere Nabe und zum anderen den die Nabe ringförmig umfassenden äußeren Leitschaufelträger, der im Zuströmgehäuses der Turbine eingehängt ist. Die eigentliche Verstellung der Leitschaufel verfolgt über ein Hebelgestänge und vorzugsweise automatisch in Funktion der Betriebsparameter wie Ladedruck, Drehzahl usw.

[0008] Um die Strömungsverluste in einem axial durchströmten verstellbaren Turbinenleitapparat gering zu halten, müssen die Spalte zwischen den Leitschaufeln und dem Zuströmgehäuse, bzw. der Nabe so gering wie möglich gehalten werden. Zu diesem Zwecke sind bereits verschiedene Maßnahmen bekannt geworden, wie z. B. dass die Leitschaufeln einen im Leitschaufelträger gelagerten Drehzapfen, der mit einem Schaufeldrehteller, der gegenüber dem Zuströmgehäuse abgedichtet ist, aufweisen (siehe beispielsweise DIE 27 40 192 C2 oder DE 42 37 031 C1).

[0009] Andererseits, damit die Leitschaufeln während des "heißen" Betriebes nicht klemmen, müssen sie in der Regel mit angemessenem Spiel eingebaut werden. Um eine leichte Verstellbarkeit auch bei Lastwechsel, also bei unterschiedlicher thermischer Ausdehnung der Komponenten des Leitapparates gewährleisten zu können, werden bisher ausreichend große Spalte in Kauf genommen, die jedoch, d. h. die daraus resultierenden Spaltströmungen am Kopf und am Fuß der Leitschaufeln sich sehr störend auf die Hauptströmung im Kanal auswirken können.

[0010] Diese beiden Forderungen nach einerseits einer Minimierung der Spaltquerschnitte und andererseits einer leichten Verstellbarkeit der Komponenten widersprechen sich, weshalb die in der Vergangenheit realisierten verstellbaren axial durchströmten Turbinenleitapparate entweder leichtgängig waren oder geringe Strömungsverluste aufwiesen.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Abgasturboladerturbine derart weiterzubilden, dass die Komponenten des Leitapparates sowohl leichtgängig betätigbar sind, als auch nur geringe Spaltströmungen zulassen. Es sollen also beide oben genannten Forderungen in einer neuen Axialströmungsmaschine vereint werden.

[0012] Die Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0013] Dadurch dass die Nabe zumindest im Dichtbereich des Fußprofils der Leitschaufeln mit einer nachgiebigen Nabenkontur ausgeführt ist und die einseitige Lagerung der Leitschaufeln im Leitschaufelträger in Richtung der Leitschaufelachsen ebenfalls nachgiebig ausgestaltet ist, können die Strömungsverluste durch Spalte zwischen den Leitschaufel- und der Zuströmgehäuse- bzw. Nabenkonturen reduziert werden und außerdem Verspannungen der Komponenten des verstell-

baren Leitapparates, verursacht durch Dichtungselemente und durch thermische Ausdehnung der Komponenten vermieden werden.

[0014] Dadurch dass in besonders vorteilhafter Weise die nachgiebige Ausgestaltung der Lagerung der Leitschaufeln im Leitschaufelträger mittels jeweils einer in Richtung der Leitschaufelachsen wirkenden Feder, insbesondere einer Tellerfeder erreicht wird, ist gewährleistet, dass das Kopfprofil einer Leitschaufel in jedem Betriebszustand an der Zuströmgehäusekontur anliegt, wodurch der Spalt zwischen diesen beiden Komponenten sehr gering gehalten oder ganz vermieden werden kann.

[0015] Dadurch dass in vorteilhafter Weise die nachgiebige Nabenkontur in Form eines in die Nabenkontur eingepassten Innenrings, der im vorgespannten Zustand sich gegen die Fußprofile der Leitschaufeln abstützt, ausgeführt ist, liegt dieser Innenring immer an den Leitschaufelkonturen an.

[0016] Zudem ist in einer bevorzugten Ausführung der Innenring zur Montag mit einem Schlitz versehen, so dass auch hier eine thermische Ausdehnung ausgleichbar ist. Der Schlitz ist so angeordnet, dass er zwischen zwei Leitschaufeln liegt und während eines Verstellvorganges nicht durch die Schaufelkontur überstrichen wird, so dass die durch den Schlitz verursachten Verluste minimiert werden können.

[0017] Dadurch dass zudem der Schlitz mittels eines Dichtbleches bezüglich des Nabeninnenraums an der Innenseite abgedeckt ist, sind Massenstromverluste durch den Schlitz vermeidbar.

[0018] In bevorzugter Ausführung ist der Innenring derart an der Nabe angeflanscht, dass er in radialer Richtung des Zuströmgehäuses, also in Richtung der Leitschaufelachse beweglich ist, in axialer Richtung des Zuströmgehäuses jedoch nur mit geringem Spiel in die Nabenkontur eingesetzt ist. Durch diese Maßnahme werden wiederum Massenstromverluste vermieden.

[0019] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel sind Innenkontur des ringförmigen Leitschaufelträgers, die Nabe, sowie die Kopf- und Fußprofile der Leitschaufeln zur Verbesserung der Dichtwirkung entsprechend kugelförmig ausgebildet.

[0020] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Leitapparates einer gattungsbildenden Axialströmungsmaschine wird zwar eine erhöhte Reibung zwischen den Komponenten in Kauf genommen, ein Verkleben der Mechanik, hervorgerufen durch unterschiedliche thermische Ausdehnungen der Komponenten ist jedoch wirksam verhindert. Die Materialauswahl könnte so aussehen, dass im Graugussverfahren aus einem hochwarmfesten Material hergestellte Leitschaufeln in einem Keramik-Leitschaufelträger gelagert sind und mit ihren Gußprofilen gegen eine ebenfalls gegossene Nabe dichten. Gleichzeitig ist sichergestellt, dass die Spalte zwischen Leitschaufel und Zuströmgehäuse, bzw. Nabe so gering wie möglich gehalten werden können, wodurch die Strömungsverluste auf ein Minimum reduzierbar sind.

[0021] Eine Ausführungsform der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0022] Es zeigt die einzige Figur 1 einen Teillängsschnitt durch eine Abgasturboladerturbine.

5 **[0023]** Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente, insbesondere die Ansicht des Verstellleitapparates gezeigt.

10 **[0024]** Ein axial durchströmter, ringförmiger Kanal 20 einer Axialturbine ist zum einen durch eine innere Nabe 21 und zum anderen durch einen ringförmigen Leitschaufelträger 7 mitsamt Zuströmgehäuse 8 begrenzt. Der Leitschaufelträger 7 ist auf nicht näher beschriebene Art im Zuströmgehäuse 8 eingehängt.

15 **[0025]** Die verstellbaren Leitschaufeln 30 umfassen jeweils ein Leitschaufelblatt 1, einen Schaufelzapfen 2 und einen Schaufeldrehteller 3. Der Schaufelzapfen 2 ist in einer radialen Lagerbohrung des ringförmigen Leitschaufelträgers 7 drehbar gelagert und in bekannter Weise beispielsweise mittels einer aufgeschraubten Kronmutter oder ähnlichem am Leitschaufelträger 7 festgelegt. An der Außenseite des Leitschaufelträgers 7 ist auf dem verlängerten Zapfen 2 der Leitschaufel 30 ein Anlenkhebel 5 mittels einer Passfeder drehfest aufgesetzt. Der Anlenkhebel 5 ist mit dem Schaufelzapfen 2 und dem Leitschaufelträger 7 unter Zwischenschaltung einer Tellerfeder 4 kontaktiert, so dass der Anlenkhebel 5 sich gegen den Leitschaufelträger 7 abstützt. Die Tellerfeder 4 übt auf den Schaufelzapfen 2 eine Vorspannkraft aus, durch die das Fußprofil 31, d. h. die untere Kontur des Leitschaufelblattes 1 gegen die äußere Oberfläche der Nabe 21 gedrückt wird, also das Fußprofil 31 der Leitschaufel 30 am Anschlag mit der Nabe 21 ist und so gegen die Kontur der Nabe 21 abdichtet. Dadurch ist der Schaufelzapfen 2 in der Lagerbohrung des Leitschaufelträgers 7 nahezu spielfrei, aber dennoch gegen Wärmedehnung in Richtung der Achse A der Leitschaufel 30 elastisch und schwingungsdämpfend eingespannt. Der Schaufeldrehteller 3 dichtet den Kanal 20 gegen die Lagerbohrung des Leitschaufelträgers 7 ab.

30 **[0026]** Der Anlenkhebel 5 ist in bekannter Weise über einen Stellring 6 durch nicht weiter gezeigte Betätigungsmittel bewegbar.

35 **[0027]** Die Gehäusekontur der Nabe 21 ist zumindest teilweise kugelförmig unter Einschließung eines Hohl- oder Innenraumes 22 gestaltet.

40 **[0028]** Im Dichtbereich 23 des Fußprofils 31 der Leitschaufel 30 ist ein Innenring 9 in die Nabekontur eingepasst, der im vorgespannten Zustand sich gegen das Fußprofil 31 der Leitschaufel 30 abstützt und mittels eines Flansches 12 an der Nabe 21 so befestigt ist, dass er in Richtung der Achse A der Leitschaufel 30 zwar beweglich ist, jedoch in der Kontur der Nabe 21, also in axialer Richtung des Kanals 20 ein nur geringes Spiel aufweist. Dazu ist die Kontaktierung zwischen Flansch 12 und Innenring 9 beispielsweise lediglich verzahnt.

45 **[0029]** Der Innenring 9 selbst ist mit einem Schlitz 10 versehen, der so angeordnet ist, dass er zwischen zwei Leitschaufeln liegt und beim Verstellvorgang nicht durch

die Schaufelkontur überstrichen wird. Um Massenstromverluste durch den Schlitz 10 zu verhindern, ist er vom Hohl- bzw. Innenraum 22 der Nabe 21 her gesehen mit einem Dichtblech 11 abgedeckt.

[0030] Die Erfindung wäre im übrigen bei Verdichtern sinngemäß anwendbar. Ferner soll der Einsatz bei Axialgebläsen mit eingeschlossen sein.

Bezugszeichenliste

[0031]

1	Leitschaufelblatt
2	Schaufelzapfen
3	Schaufeldrehteller
4	Tellerfeder
5	Anlenkhebel
6	Stellring
7	Leitschaufelträger
8	Zuströmgehäuse
9	Innenring
10	Schlitz
11	Dichtblech
12	Flansch
20	Strömungskanal
21	Nabe
22	Hohl- bzw. Innenraum
23	Dichtbereich
30	Leitschaufel
31	Fußprofil der Leitschaufel
32	Kopfprofil der Leitschaufel
A	Leitschaufelachse

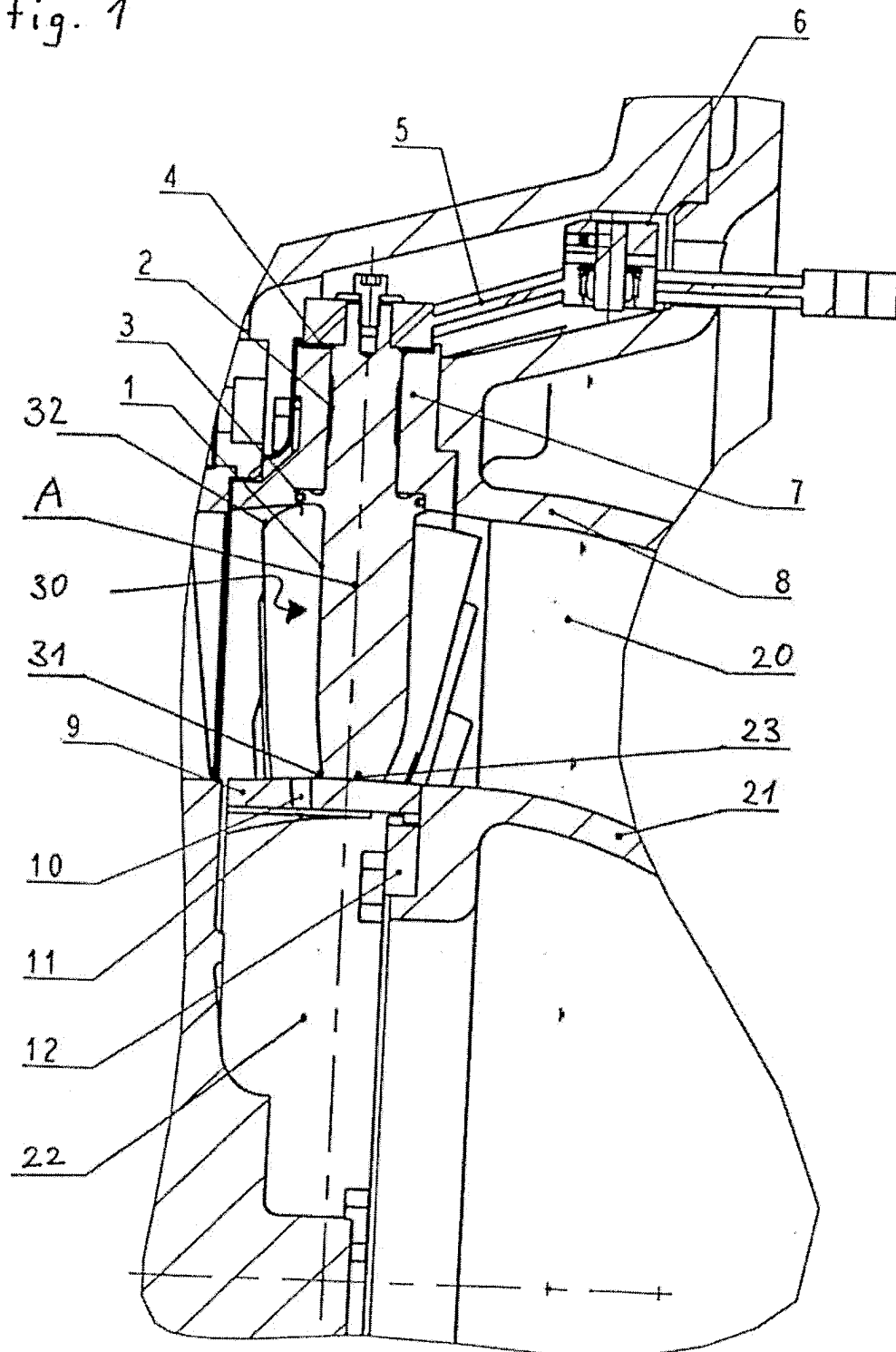
Patentansprüche

1. Abgasturboladerturbine mit einem eine Reihe von verstellbaren Leitschaufeln umfassenden Leitapparat im Strömungskanal, der zum einen durch eine innere Nabe und zum anderen durch einen äußeren Leitschaufelträger begrenzt ist, wobei die Leitschaufeln einerseits im Bereich ihrer Kopfprofile (32) in radialen Lagerbohrungen des ringförmigen Leitschaufelträgers drehbar gelagert sind und andererseits die Fußprofile (31) der Leitschaufeln gegen die Nabe dichten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nabe (21) zumindest im Dichtbereich (23) der Fußprofile (31) der Leitschaufeln (30) mit einer nachgiebigen Nabenkontur (9) ausgeführt ist und die Lagerung der Leitschaufeln (30) in Richtung der Leitschaufelachsen (A) ebenfalls nachgiebig (4) ausgestaltet ist.
2. Abgasturboladerturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenkontur des ringförmigen Leitschaufelträgers (7), die Nabe (21), sowie die Kopf- und Fußprofile (31 und 32) der Leitschaufeln (30) zur Verbesserung der Dichtwirkung ent-

sprechend kugelförmig ausgebildet sind.

3. Abgasturboladerturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nachgiebige Ausgestaltung der Lagerung der Leitschaufeln (30) mittels jeweils einer in Richtung der Leitschaufelachsen (A) wirkenden Feder (4) realisiert ist.
4. Abgasturboladerturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nachgiebige Nabenkontur in Form eines in die Nabenkontur eingepassten Innenrings (9), der im vorgespannten Zustand sich gegen die Spitzen (31) der Leitschaufeln (30) abstützt, ausgeführt ist.
5. Abgasturboladerturbine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (9) mit einem Schlitz (10) versehen ist, der so angeordnet ist, dass er zwischen zwei Leitschaufeln (30) positioniert ist und bei der Verstellbewegung der Leitschaufel (30) nicht überstrichen wird.
6. Abgasturboladerturbine nach Anspruch 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlitz (10) mittels eines Dichtblechs (11) bezüglich des Nabeninnenraums (22) abgedeckt ist.
7. Abgasturboladerturbine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (9) derart an der Nabe (21) angeflanscht ist, dass er in radialer Richtung des Zuströmgehäuses (8) beweglich ist, in axialer Richtung des Zuströmgehäuses (8) jedoch nur mit geringen Spiel in der Nabenkontur eingepasst ist.

Fig. 1



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4218229 C1 [0005]
- DE 4213709 A1 [0006]
- DE 2740192 C2 [0008]
- DE 4237031 C1 [0008]