



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 11 908 T2 2007.11.08

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 353 040 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 11 908.5

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 252 067.8

(96) Europäischer Anmeldetag: 01.04.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 15.10.2003

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 21.02.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 08.11.2007

(51) Int Cl.⁸: F01D 17/16 (2006.01)

F01D 17/14 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
117872 08.04.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Holset Engineering Co. Ltd., Huddersfield, West Yorkshire, GB

(72) Erfinder:
Parker, John, St Andrews Road, Huddersfield HD1 6RA, GB; Malloy, John, St Andrews Road, Huddersfield HD1 6RA, GB

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **Turbine mit verschiebbaren Leitschaufeln**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Turbine mit veränderlicher Geometrie und insbesondere eine Turbine einer Art, die geeignet ist zur Verwendung in einem Turbolader für eine Verbrennungskraftmaschine. Ganz besonders bietet die Erfindung Vorteile bei Turboladern, die vorgesehen sind für Verbrennungskraftmaschinen, die ein Abgasrückführungssystem haben.

[0002] Turbinen mit veränderlicher Geometrie sind gut bekannt und umfassen im Allgemeinen eine Turbinenkammer, in der ein Turbinenlaufrad angebracht ist, einen um die Turbinenkammer angeordneten ringförmigen Einlassdurchgang, eine um den Einlassdurchgang angeordnete Einlasskammer und einen Auslassdurchgang, der sich von der Turbinenkammer aus erstreckt, wobei die Durchgänge und Kammern derart verbunden sind, dass ein unter Druck gesetztes Gas, das der Einlasskammer zugeleitet wird, durch den Einlassdurchgang über die Turbinenkammer zum Auslassdurchgang strömt. Bei einer verbreiteten Art einer Turbine mit veränderlicher Geometrie wird eine Wand des Einlassdurchgangs durch ein bewegliches, im Allgemeinen als „Düsenring“ bezeichnetes, Wandelement definiert, dessen Position im Verhältnis zu einer gegenüberliegenden Wand des Einlassdurchgangs eingestellt werden kann, um die Breite des Einlassdurchgangs zu steuern. Die Einlassdurchgangsbreite und folglich die Geometrie der Turbine werden so verändert, dass, wenn das Volumen an Gas, das durch die Turbine strömt, abnimmt, die Einlassdurchgangsbreite ebenfalls vermindert wird, um die Gasgeschwindigkeit und also den Turbinenwirkungsgrad aufrechtzuerhalten.

[0003] Es ist ebenfalls gut bekannt, dass der Turbinenwirkungsgrad durch das Bereitstellen von Leitschaufeln, die als Düsenleitschaufeln bezeichnet werden, im Einlassdurchgang verbessert wird, um so das Gas, das durch den Einlassdurchgang strömt, zur Drehrichtung des Turbinenlaufrads hin abzulenken. Düsenleitschaufeln werden bei Turbinen sowohl mit feststehender als auch mit veränderlicher Geometrie bereitgestellt. Im letzteren Fall macht das Bereitstellen von Leitschaufeln die Struktur der veränderlichen Geometrie kompliziert, insbesondere, um zu sichern, dass sich die Leitschaufeln immer über die volle Breite des Einlassdurchgangs erstrecken.

[0004] Das US-Patent 4499732 beschreibt zum Beispiel eine Anordnung mit veränderlicher Geometrie, bei der die Leitschaufeln in ihrer Position fixiert sind, sich aber durch Schlitze in einem beweglichen Düsenring erstrecken. Folglich werden sich die Leitschaufeln immer über die volle Breite erstrecken, wenn sich der Düsenring bewegt, um die Breite des Einlasses zu steuern.

[0005] Andere Strukturen mit veränderlicher Geometrie werden zum Beispiel in dem US-Patent Nummer 4292807 und den Britischen Patentbeschreibungen Nummer GB-A-1138941 und GB-A-2044860 beschrieben. Diese Beschreibungen beschreiben verschiedene Anordnungen, bei denen sich die Düsenleitschaufeln von einem beweglichen Düsenring in Slitze erstrecken, die in der gegenüberliegenden Wand des Einlassdurchgangs bereitgestellt werden. Diese Anordnung sichert ebenfalls, dass sich die Leitschaufeln immer über die volle Breite des Durchgangs erstrecken, selbst wenn der Durchgang vollständig offen ist.

[0006] Obwohl das Bereitstellen von Düsenleitschaufeln den Turbinenwirkungsgrad optimiert, haben die Leitschaufeln den Nachteil, die wirksame Fläche des Turbineneinlasses zu verringern, so dass die maximale Gastdurchflussmenge durch die Turbine geringer ist, als es möglich wäre, wenn die Leitschaufeln nicht vorhanden wären. Das US-Patent Nummer 4973223 beschreibt eine Turbine mit veränderlicher Geometrie, bei welcher der Düsenring „überweit geöffnet“, d.h., über die nominelle volle Breite des Einlassdurchgangs hinaus herausgezogen, werden kann, und dabei werden die Leitschaufeln wenigstens teilweise aus dem Einlassdurchgang eingezogen. Der Wirkungsgrad der Turbine fällt ab, wenn die Leitschaufeln eingezogen werden, aber die Zunahme der maximalen Durchflussmenge ermöglicht, dass sich die Turbine einem breiteren Bereich an Motordrehzahlen anpasst. Obwohl der Turbinenwirkungsgrad beginnt, abzufallen, wenn die Leitschaufeln aus dem Einlassdurchgang eingezogen werden, kann der Wirkungsgrad doch höher sein als der im niedrigen Durchflussbereich der Turbine erreichte. Im Wesentlichen ermöglicht daher ein gesteuertes Einziehen der Leitschaufeln die Modifikation der Wirkungsgrad-Durchfluss-Kennline der Turbine, so dass der mittlere Turbinenwirkungsgrad für einen gegebenen Durchflussbereich dadurch gesteigert werden kann, dass die Notwendigkeit vermieden wird, die Turbine im weniger effizienten niedrigen Durchflussbereich zu betreiben.

[0007] Es ist ebenfalls bekannt, dass die gleiche Wirkung auf eine einfachere Weise, durch Modifizieren des Profils der Düsenleitschaufeln, erreicht wird. Der Anmelder des Vorliegenden erzeugt eine Turbine mit veränderlicher Geometrie, wobei sich die Düsenleitschaufeln von einem beweglichen Düsenring, der eine Wand des Turbinen-Einlassdurchgangs definiert, in Slitze, die in einer gegenüberliegenden feststehenden Wand des Turbinen-Einlassdurchgangs definiert werden, erstrecken und wobei der Düsenring über die volle Breite des Durchgangs hinaus überweit geöffnet werden kann. Die Düsenleitschaufeln haben an ihrer in Radialrichtung inneren Kante und zu dem vom Düsenring entfernten Ende hin einen Ausschnitt. Diese ausgeschnittene Leit-

schaufel hat eine verringerte Sehne, d.h. ihre wirksame Breite gegenüber dem Gasstrom von der Einlasskammer zur Turbinenkammer. Wenn sich der Düsenring in einer offenen Position mit dem vollständig geöffneten Einlassdurchgang befindet, erstrecken sich die verringerten Sehnenabschnitte der Leitschaufeln durch die Schlitze. Wenn der Düsenring jedoch überweit geöffnet ist, ist der verringerte Sehnenbereich von der Einlassdurchgang-Seitenwand eingezogen, so dass die wirksame Leitschaufel-Gesamtfläche, die sich über den Einlassdurchgang erstreckt, verringert ist, was das Schluckvermögen der Turbine steigert. Dadurch, dass gesichert wird, dass der verringerte Sehnenbereich jeder Leitschaufel verborgen ist, wenn der Einlassdurchgang vollständig offen ist, wird der Spitzenwirkungsgrad der vollständig offenen Turbine nicht beeinträchtigt.

[0008] Obwohl ein guter Turbinenwirkungsgrad eindeutig wünschenswert ist, können herkömmliche Turbinenauslegungen mit veränderlicher Geometrie problematisch sein, wenn die Turbine zur Verwendung mit einer Verbrennungskraftmaschine vorgesehen ist, die ein Abgasrückführungs-(AGR)-System hat. Bei einem AGR-System wird ein Teil des aus dem Abgassammler entnommenen Abgases im Blick auf das Verringern der Motoremissionen zur weiteren Verbrennung in das Ansaugrohr des Motors zurückgeführt. Bei modernen hochwirksamen Turbinenauslegungen mit veränderlicher Geometrie kann der Ladedruck am Ansaugrohr häufig den Abgasdruck am Abgassammler überschreiten, was das Rückführen von Abgas zum Ansaugrohr problematisch macht und zum Beispiel spezielle AGR-Pumpen usw. erfordert.

[0009] Ein Beispiel eines Turboladers, der die Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1 hat, wird in WO 02/06636 offenbart.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den obigen Nachteil zu beseitigen oder zu vermindern.

[0011] Nach der vorliegenden Erfindung wird eine Turbine mit veränderlicher Geometrie bereitgestellt, die Folgendes umfasst: ein Turbinenlaufrad, das Radialschaufeln hat und in einem Gehäuse zum Drehen um eine Achse getragen wird, einen ringförmigen Einlassdurchgang, der sich in Radialrichtung nach innen zum Turbinenlaufrad hin erstreckt, wobei der Einlassdurchgang zwischen einer ringförmigen Wand eines beweglichen Wandelements und einer Stirnwand des Gehäuses definiert wird, wobei das bewegliche Wandelement im Verhältnis zum Gehäuse bewegt werden kann, um die Breite des Einlassdurchgangs zu verändern, eine ringförmige Anordnung von Leitschaufeln, die sich über den Einlassdurchgang erstrecken, wobei die Leitschaufeln vordere und hintere Kanten, eine zwischen den vorderen und den

hinteren Kanten definierte Breite und eine Höhe, die sich allgemein parallel zur Achse des Turbinenlaufrades erstreckt, haben, wobei sich die Höhe über die Breite der Leitschaufeln von einem Maximum zu einem Minimum verändert, wobei die minimale Höhe geringer ist als die Breite der Turbinenschaufelspitzen in Axialrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass die minimale Höhe der Leitschaufeln größer ist als die minimale Breite des Einlassdurchgangs.

[0012] Vorzugsweise wird die minimale Höhe an der hinteren Kante der Leitschaufeln definiert.

[0013] Vorzugsweise ist die maximale Höhe der Leitschaufeln größer als die maximale Breite des Einlassdurchgangs.

[0014] Vorzugsweise ist der Unterschied zwischen der minimalen Höhe und der maximalen Höhe nicht geringer als die Breite der Turbinenschaufelspitzen in Axialrichtung.

[0015] Die Leitschaufeln können einen Abschnitt mit maximaler Breite und einen Abschnitt mit verringriger Breite und zwischen den zwei einen scharfen Übergang in der Leitschaufelhöhe haben.

[0016] Die maximale Leitschaufelhöhe wird längs der vorderen Kante der Leitschaufeln definiert. Zum Beispiel kann die Leitschaufelhöhe über einen Teil der Breite der Leitschaufel angrenzend an die vordere Kante wesentlich gleichbleibend sein und verringert sich danach bis zur minimalen Höhe angrenzend an die hintere Kante. Die Leitschaufelhöhe kann ebenfalls über einen Teil der Breite der Leitschaufel angrenzend an die hintere Kante wesentlich gleichbleibend sein.

[0017] Weitere bevorzugte und vorteilhafte Merkmale der Erfindung werden offensichtlich aus der folgenden Beschreibung.

[0018] Es wird nun, nur als Beispiel, eine spezifische Ausführungsform der Erfindung beschrieben, unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, in denen:

[0019] [Fig. 1](#) eine schematische Illustration eines Teils einer Turbine mit veränderlicher Geometrie ist,

[0020] [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) die Bewegung des Düsenrings der Turbine von [Fig. 1](#) illustrieren,

[0021] [Fig. 3](#) ein Graph ist, der die Turbinenwirkungsgrad-Gasdurchfluss-Kennlinie der Turbine von [Fig. 1](#) illustriert,

[0022] [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) eine Modifikation der Turbine von [Fig. 1](#) nach der vorliegenden Erfindung illustrieren und

[0023] [Fig. 5](#) ein Graph ist, der die Wirkung der Modifikation von [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) auf die Turbinenwirkungsgrad-Gasdurchfluss-Kennlinie der Turbine illustriert.

[0024] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist dies ein schematischer Radialschnitt durch einen Teil einer bekannten Turbine mit veränderlicher Geometrie, die ein Turbinengehäuse **1** umfasst, das eine Spiral- oder Einlasskammer **2** definiert, der Gas aus einer Verbrennungskraftmaschine (nicht gezeigt) zugeführt wird. Das Gas strömt von der Einlasskammer **2** zu einem axialen Auslassdurchgang **3**, über einen ringförmigen Einlassdurchgang **4**, der an der einen Seite durch die Radialfläche eines Düsenrings **5** und an der anderen durch eine ringförmige Abdeckplatte **6** definiert wird, welche die Öffnung einer in der gegenüberliegenden Wand des Gehäuses **1** definierten ringförmigen Aussparung **7** abdeckt. Der Düsenring **5** ist verschiebbar innerhalb eines ringförmigen Hohlraums **8** angebracht, der im Turbinengehäuse **1** bereitgestellt wird, und wird in Bezug auf denselben durch Dichtungsringe **9** abgedichtet.

[0025] Der Düsenring **5** trägt eine Anordnung von Düsenleitschaufeln **10**, die sich von der Fläche des Düsenrings **5** aus über den Einlassdurchgang **4** erstrecken. Die Höhe der Leitschaufeln (d.h., das Ausmaß, zu dem die Leitschaufeln **10** von der Fläche des Düsenrings **5** vorstehen) ist derart, dass sich die Leitschaufeln gerade über den Einlassdurchgang **4**, durch geeignet konfigurierte Schlitze in der Abdeckplatte **6** und in die Aussparung **7**, erstrecken. Jede Leitschaufel **10** hat eine Breite oder Sehnenlänge, definiert als der Abstand zwischen ihrer vorderen und ihrer hinteren Kante (d.h., ihrer in Radialrichtung äußeren und inneren Kanten). Aus [Fig. 1](#) wird zu ersehen sein, dass jede Schaufel an ihrem Ende abgeschnitten ist, um einen Abschnitt **10a** zu definieren, der eine verringerte Höhe und Sehnenlänge hat.

[0026] Bei Anwendung geht das Gas, das von der Einlasskammer **2** zum Auslassdurchgang **3** strömt, über ein Turbinenlaufrad **11**, das sich um eine Achse **12** dreht und dadurch ein Drehmoment auf eine Turboladerwelle **13** ausübt, die ein Verdichterlaufrad (nicht gezeigt) antreibt. Die Drehzahl des Turbinenlaufrades **11** hängt von der Geschwindigkeit des durch den ringförmigen Einlassdurchgang **4** strömenden Gases ab. Für eine festgelegte Gasdurchflussmenge ist die Gasgeschwindigkeit eine Funktion der Breite des Einlassdurchgangs **4**, die durch Steuern der Axialposition des Düsenrings **5** (d.h., durch Vor- und Zurückbewegen desselben, wie durch den Pfeil **14** angezeigt) eingestellt werden kann. Die Bewegung des Düsenrings **5** kann durch ein beliebiges geeignetes Stellorgan gesteuert werden. Zum Beispiel kann der Düsenring **5** an in Axialrichtung verlaufenden Stiften (nicht gezeigt) angebracht sein, deren Position durch ein Bügelement (nicht gezeigt) gesteuert wird, das mit einem pneumatisch betriebenen Stellorgan (nicht gezeigt) verknüpft ist. Da das Stellorgan-System eine Vielzahl von herkömmlichen Formen annehmen kann, wird kein besonderer Stellorganmechanismus illustriert.

ert wird, das mit einem pneumatisch betriebenen Stellorgan (nicht gezeigt) verknüpft ist. Da das Stellorgan-System eine Vielzahl von herkömmlichen Formen annehmen kann, wird kein besonderer Stellorganmechanismus illustriert.

[0027] In [Fig. 1](#) wird der Düsenring in einer „geschlossenen“ Position gezeigt, bei der die Breite des Einlassdurchgangs **4** auf ein Minimum verringert ist. Es wird zu sehen sein, dass in dieser Position die Enden der Düsenleitschaufeln **10** innerhalb der Aussparung **7** an das Gehäuse **1** anstoßen, wobei der Abschnitt **10a** der Leitschaufeln **10** mit verringelter Sehnenlänge vollständig innerhalb der Aussparung **7** aufgenommen wird.

[0028] [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) zeigen den Düsenring **5** in Positionen mittleren Durchflusses bzw. maximalen Durchflusses. In der in [Fig. 2a](#) gezeigten Position mittleren Durchflusses wird zu sehen sein, dass der Düsenring **5** teilweise in den Hohlraum **8** gezogen ist, so dass die Fläche des Düsenrings **5** bündig mit der Wand des Gehäuses ist und der Einlassdurchgang **4** sein maximale Breite hat. Um den Wirkungsgrad aus ein Maximum zu steigern, wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass die Leitschaufelhöhe gleich der Breite der Turbinenlaufrad-Schaufelpitzen **11a** oder größer sein sollte. Folglich sind die Leitschaufeln **10** so konfiguriert, dass die minimale Höhe der Schaufel ausreicht, um sich über den Einlassdurchgang **4** zu erstrecken, wenn der Einlassdurchgang, wie in [Fig. 2a](#) gezeigt, vollständig offen ist. Hier wird nur der Abschnitt **10a** der Schaufel **10** mit verringelter Sehnenlänge innerhalb der Aussparung **7** aufgenommen.

[0029] Das Schluckvermögen der Turbine kann jedoch durch weiteres Ziehen des Düsenrings **5** in den Hohlraum **8**, so dass der Abschnitt **10a** der Schaufeln mit verringelter Sehnenlänge wenigstens teilweise aus der Aussparung **7** zurückgezogen wird, um innerhalb des Einlassdurchgangs **4** zu liegen, gesteigert werden. Die gesamte Schaufelfläche, die den Gasdurchfluss durch den Einlassdurchgang **4** behindert, wird dadurch verringert. Die Position maximalen Durchflusses wird in [Fig. 2b](#) illustriert.

[0030] Eine typische Wirkungsgrad-Gasdurchfluss-Kennlinie für eine Turbine, wie beispielsweise in [Fig. 1](#) illustriert, wird in [Fig. 3](#) gezeigt. Diese zeigt, dass der Wirkungsgrad bei niedrigen Durchflussmengen gut (wenngleich verhältnismäßig niedrig) ist, wenn sich der Düsenring **5** um die geschlossene Position befindet, und sich zu einer Spitze um die Position mittleren Durchflusses steigert. Der Wirkungsgrad fällt danach ab, wenn der verringerte Sehnenabschnitt der Düsenleitschaufel **10** in den Einlassdurchgang gebracht wird, wobei ein minimaler Wirkungsgrad bei der in [Fig. 2b](#) illustrierten Position maximalen Durchflusses erreicht wird.

[0031] [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) illustrieren eine Modifikation des in [Fig. 1](#) und 2 illustrierten Leitschaufelprofils zum Modifizieren der Turbinen-Wirkungsgradcharakteristika nach der vorliegenden Erfindung. Im Einzelnen ist die Größe des Ausschnitts am Ende der Leitschaufeln **20** gesteigert, so dass die minimale Höhe jeder Leitschaufel längs ihrer hinteren Kante geringer ist als die Breite der Spitze **11a** der Turbinenleitschaufeln. Die Wirkung davon ist, dass sich der Abschnitt **20a** der Leitschaufeln **20** mit verringelter Sehnenlänge in den Einlassdurchgang **4** erstreckt, selbst wenn der Einlassdurchgang **4** nicht vollständig offen ist.

[0032] Wie in [Fig. 4a](#) illustriert, hat bei der illustrierten Ausführungsform der Erfindung die verringerte Leitschaufelhöhe keine Wirkung, wenn sich der Düsenring in der geschlossenen Position befindet, da die minimale Höhe der Leitschaufel ausreicht, um sich über das Minimum der Einlassöffnung **4** zu erstrecken. Wenn der Düsenring **5** jedoch in den Hohlraum **8** eingezogen wird, wird der Abschnitt **20a** jeder Leitschaufel **20** mit verringelter Sehnenlänge aus der Aussparung **7** zurückgezogen, bevor der Düsenring **5** die Position mittleren Durchflusses erreicht. Folglich liegt, wie durch [Fig. 4b](#) illustriert, der Bereich **20a** der Leitschaufeln **20** mit verringelter Sehnenlänge bereits teilweise im Einlassdurchgang **4**. Ein weiteres Einziehen des Düsenrings **5** in den Hohlraum **8** zieht mehr von dem Abschnitt der Düsenring-Leitschaufeln **20** mit verringelter Sehnenlänge aus der Aussparung **7** zurück, bis sich der Abschnitt der Düsenring-Leitschaufeln **20** mit verringelter Sehnenlänge in der in [Fig. 4c](#) illustrierten Position maximalen Durchflusses über die gesamte Breite der Turbinenschaufelspitzen **11a** erstreckt.

[0033] Die Wirkung dieser Modifikation auf die Wirkungsgrad-Durchfluss-Kennlinie wird in [Fig. 5](#) illustriert. Daraus wird zu ersehen sein, dass der Turbinenwirkungsgrad bei Bedingungen niedrigen Durchflusses und maximalen Durchflusses nicht bedeutsam beeinflusst wird, aber der Spitzenwirkungsgrad verringert wird. Es hat sich gezeigt, dass die Verringerung des Spitzenwirkungsgrads allgemein proportional zur Steigerung bei dem ausgeschnittenen Abschnitt der Leitschaufeln ist. Folglich kann die genaue Wirkungsgrad-Durchfluss-Kennlinie durch entsprechendes Bemessen und Konfigurieren des Ausschnittes zugeschnitten werden.

[0034] Die vorliegende Erfindung hat besondere Vorteile, wenn sie auf Turbinen von Turboladern angewendet wird, die vorgesehen sind für Verbrennungskraftmaschinen, die AGR-Systeme haben, da sie ermöglicht, dass die Motor-Ansaug- und Abgas-sammlerbedingungen für eine Abgasrückführung optimiert werden, wobei die Emissionen verringert werden, während zur gleichen Zeit das Luft-Kraftstoff-Verhältnis für eine bessere Kraftstoffverbren-

nung auf ein Minimum verringert wird. Dies wird durch ein Verringern des Turbinenwirkungsgrades erreicht, das durch eine einfache Düsenringmodifikation sorgfältig gesteuert wird, ohne irgendwelche zusätzlichen Teile oder Geometriesteuerungsmechanismen zu erfordern.

[0035] Es wird zu erkennen sein, dass die Größe und das Profil des Leitschaufelausschnitts in Abhängigkeit von der gewünschten Turbinencharakteristik stark variieren können.

[0036] Es wird ebenfalls zu erkennen sein, dass die Erfindung auf Turbinen mit veränderlicher Geometrie anwendbar ist, bei denen die Leitschaufel in ihrer Position festgelegt ist, mit einem Düsenring, der über die Leitschaufeln gleitet. Hier kann der Ausschnitt so angeordnet sein, dass, wenn sich der Düsenring zurückzieht, um den Einlassdurchgang zu öffnen, er ein zunehmendes Maß des Abschnitts mit verringelter Sehnenlänge der Leitschaufeln freilegt.

[0037] Andere mögliche Modifikationen werden einer Person mit entsprechenden Kenntnissen leicht offensichtlich sein.

Patentansprüche

1. Turbine mit veränderlicher Geometrie, die Folgendes umfasst: ein Turbinenlaufrad (**11**), das Radialschaufeln hat und in einem Gehäuse (**1**) zum Drehen um eine Achse (**12**) getragen wird, einen ringförmigen Einlassdurchgang (**4**), der sich in Radialrichtung nach innen zum Turbinenlaufrad (**11**) hin erstreckt, wobei der Einlassdurchgang (**4**) zwischen einer ringförmigen Wand eines beweglichen Wandelements (**5**) und einer Stirnwand des Gehäuses (**1**) definiert wird, wobei das bewegliche Wandelement (**5**) im Verhältnis zum Gehäuse (**1**) bewegt werden kann, um die Breite des Einlassdurchgangs (**4**) zu verändern, eine ringförmige Anordnung von Leitschaufeln (**20**), die sich über den Einlassdurchgang (**4**) erstrecken, wobei die Leitschaufeln (**20**) vordere und hintere Kanten, eine zwischen den vorderen und den hinteren Kanten definierte Breite und eine Höhe, die sich allgemein parallel zur Achse (**12**) des Turbinenlaufrades (**11**) erstreckt, haben, wobei sich die Höhe über die Breite der Leitschaufeln von einem Maximum zu einem Minimum verändert, wobei die minimale Höhe geringer ist als die Breite der Turbinenschaufelspitzen (**11a**) in Axialrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass die minimale Höhe der Leitschaufeln (**20**) größer ist als die minimale Breite des Einlassdurchgangs (**4**).

2. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach Anspruch 1, wobei die minimale Höhe an der hinteren Kante der Leitschaufeln (**20**) definiert wird.

3. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach ei-

nem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die maximale Höhe der Leitschaufeln (**20**) größer ist als die maximale Breite des Einlassdurchgangs (**4**).

kann.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

4. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Unterschied zwischen der minimalen Höhe und der maximalen Höhe nicht geringer ist als die Breite der Turbinenschaufelspitzen (**11a**) in Axialrichtung.

5. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leitschaufeln (**20**) einen Abschnitt mit maximaler Breite und einen Abschnitt (**20a**) mit verringriger Breite und zwischen den zwei einen scharfen Übergang in der Leitschaufelhöhe haben.

6. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die maximale Höhe längs der vorderen Kante der Leitschaufeln (**20**) definiert wird.

7. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach Anspruch 6, wobei die Leitschaufelhöhe über einen Teil der Breite der Leitschaufel (**20**) angrenzend an die vordere Kante wesentlich gleichbleibend ist und sich danach bis zur minimalen Höhe angrenzend an die hintere Kante verringert.

8. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach Anspruch 7, wobei die Leitschaufelhöhe über einen Teil der Breite der Leitschaufel (**20**) angrenzend an die hintere Kante wesentlich gleichbleibend ist.

9. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach Anspruch 8, wobei die Leitschaufeln (**20**) durch das bewegliche Wandelement (**5**) getragen werden.

10. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach Anspruch 9, wobei die Stirnwand des Turbinengehäuses (**1**) mit einer ringförmigen Aussparung (**7**) versehen ist, um die Leitschaufeln (**20**) aufzunehmen, wenn das bewegliche Wandelement (**5**) zur Stirnwand hin bewegt wird.

11. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach Anspruch 10, wobei die ringförmige Aussparung (**7**) durch eine Abdeckung (**6**) abgedeckt wird, die mit Schlitten zum Aufnehmen der Leitschaufeln (**20**) versehen ist.

12. Turbine mit veränderlicher Geometrie nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das bewegliche Wandelement (**5**) in einem innerhalb des Gehäuses (**1**) bereitgestellten ringförmigen Hohlraum (**8**) angebracht ist, wobei die maximale Einlassbreite definiert wird, wenn die ringförmige Wand des beweglichen Wandelements (**5**) bündig mit der Öffnung des Hohlraums (**8**) liegt, und wobei das Wandelement (**5**) in den Hohlraum (**8**) eingezogen werden

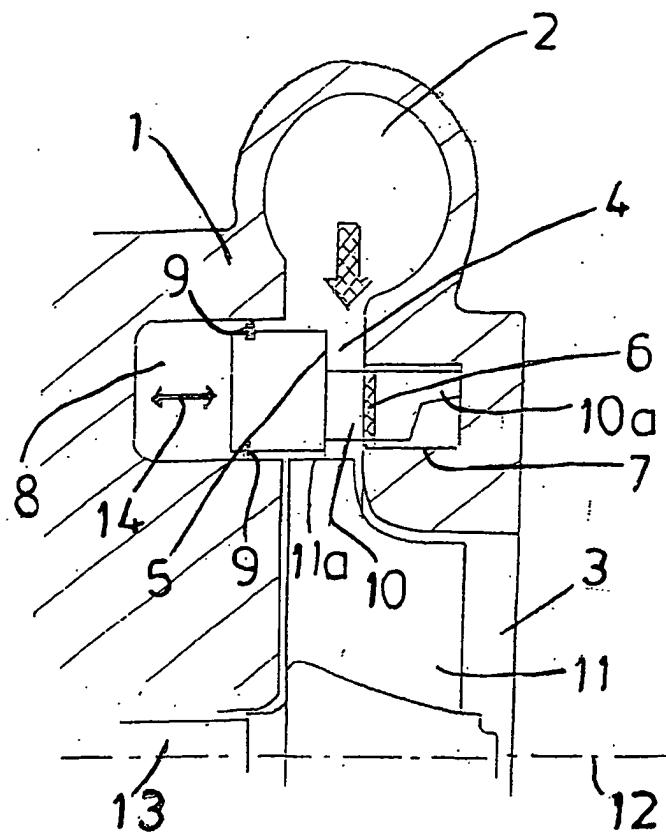


FIG. 1

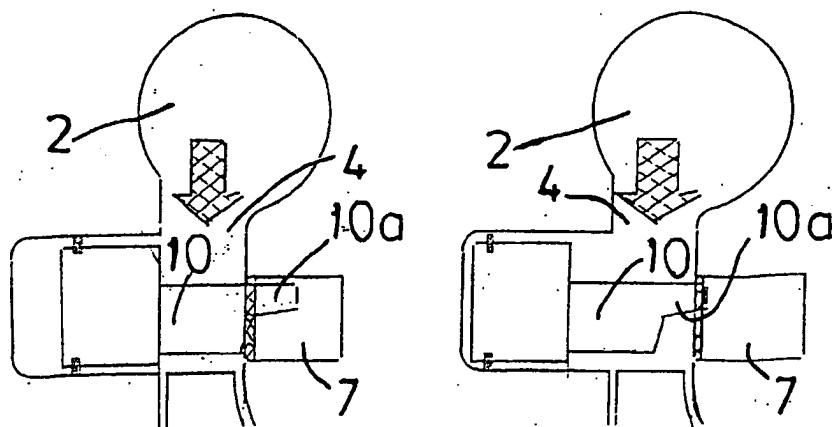


FIG. 2a

FIG. 2b

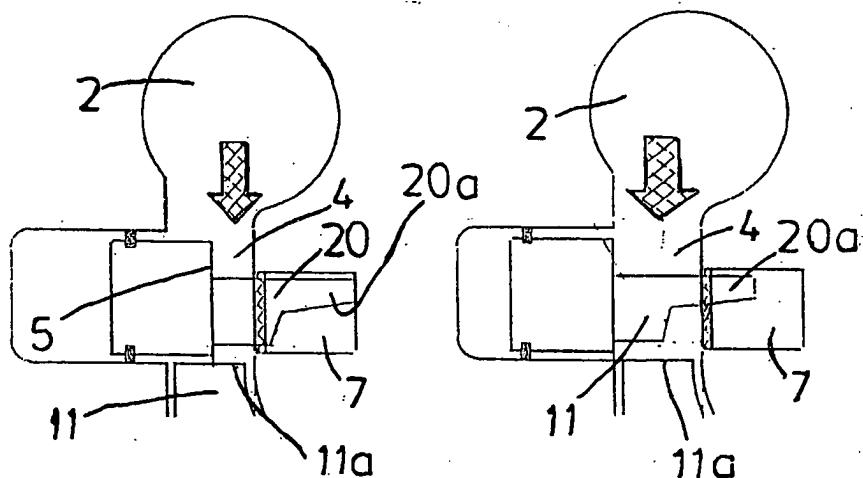


FIG. 4a

FIG. 4b

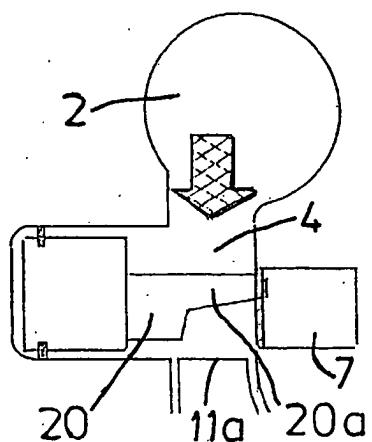


FIG. 4c

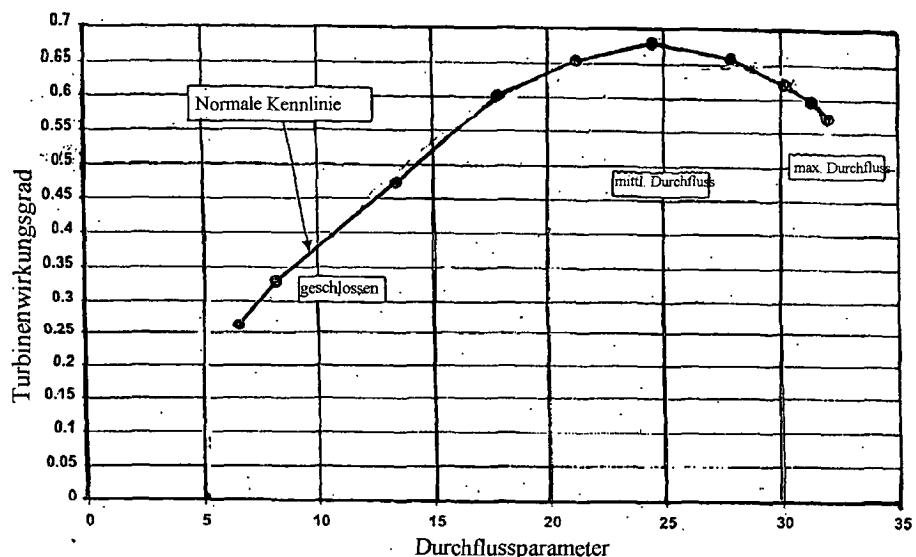


FIG. 3

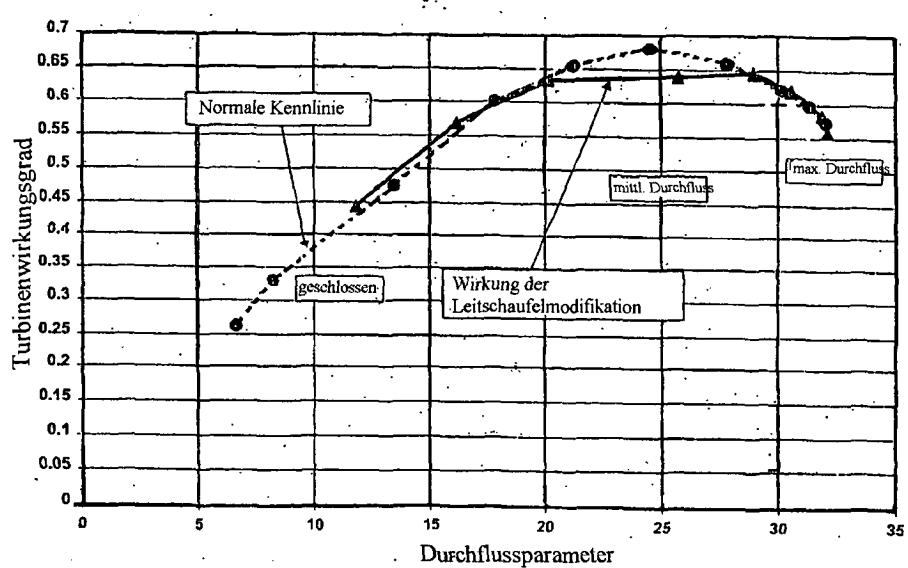


FIG. 5