



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 703 225 B1

(51) Int. Cl.: F04D 29/54 (2006.01)

## Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## (12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01264/11

(22) Anmeldedatum: 28.07.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.01.2012

(30) Priorität: 30.07.2010 US 12/847,190

(24) Patent erteilt: 31.12.2015

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.12.2015

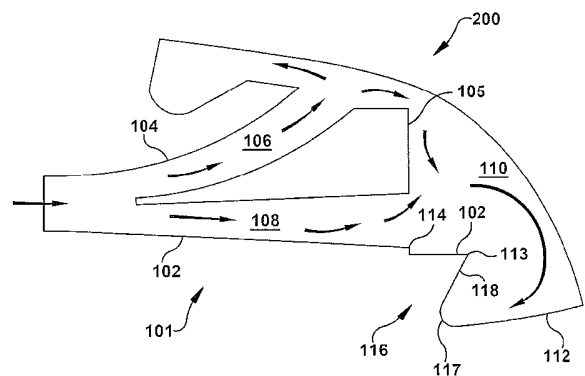
(73) Inhaber:  
General Electric Company, 1 River Road  
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:  
Deepesh Dinesh Nanda,  
Bangalore, Karnataka 560066 (IN)

(74) Vertreter:  
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4  
8008 Zürich (CH)

### (54) Austrittsdiffusor eines Verdichters in einer Gasturbine.

(57) Es ist ein Austrittsdiffusor (200) für eine Gasturbine, die einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine enthält, offenbart, der enthält: einen vorderen Bereich (101) und eine Ausgabekavität (110), wobei der vordere Bereich (101) konfiguriert ist, um eine Austrittsströmung aus dem Verdichter zu der Ausgabekavität (110) zu leiten; eine innere Diffusorwand (102), die einen inneren Strömungspfad (108) des vorderen Bereiches (101) radial begrenzt; und eine äussere Diffusorwand (104), die einen äusseren Strömungspfad (106) des vorderen Bereiches (101) radial begrenzt; wobei der Austrittsdiffusor (200) an einer stromabwärtigen Lippe (113) der inneren Diffusorwand (102) eine überhängende Stufe (116) aufweist.



## Beschreibung

### Hintergrund zu der Erfindung

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft allgemein einen Austrittsdiffusor eines Verdichters in einer Gasturbine, der eine robuste Diffusor- und Verdichteraustrittsgehäuseleistung erzielt.

[0002] Allgemein enthält ein Turbinenmotor bzw. -triebwerk einen Verdichter, der eine Zufuhrmenge hochverdichteter Luft zu einer Brennkammer zur Verbrennung mit einem Brennstoff liefert. Die resultierende Strömung von heissen Gasen aus der Brennkammer treibt die Turbinen an, von denen Arbeit entnommen werden kann. Turbinenmotoren bzw. -triebwerke können mit einem Axialverdichter eingerichtet sein, der durch eine gemeinsame Welle oder einen Rotor mit einer stromabwärtigen Turbine mechanisch gekoppelt ist, wobei eine Brennkammer zwischen dem Verdichter und der Turbine angeordnet ist. Luft verlässt den Verdichter mit relativ hoher Geschwindigkeit, und herkömmlich wird ein Diffusor zur anfänglichen Verringerung der Geschwindigkeit der verdichteten Luftströmung und Minimierung nachfolgender Druckverluste verwendet. Der Diffusor kann Teilerschaukeln enthalten, die die Luftströmung in gesonderte Diffusordurchgänge aufteilen. Eine Diffusorausgaberegion oder -kavität empfängt die Luftströmung aus dem Diffusor, und dort findet eine weitere Verzögerung statt, bevor die Luft in kreisringförmige Kanäle geleitet wird, die die Brennkammer umgeben. Auf herkömmliche Weise ist der Verdichter mit einem Verdichteraustrittsinnenrohr und einem Verdichteraustrittsgehäuse (CDC, Compressor Discharge Casing) versehen. Das CDC koppelt das Innenrohr und eine erste Stufendüse der Turbine miteinander.

[0003] Eine primäre Verlustquelle in Diffusoren stellt die Wirbelerzeugung dar, wenn eine Strömung in die Diffusorausgabekavität eintritt. Die Diffusorausgabekavität weist den höchsten Diffusoröffnungswinkel auf, was zur Wirbelbildung führt. Gewöhnlich wachsen die Wirbel, wenn die Fluidströmung stromabwärts strömt, und sie beginnen mit den stromaufwärtigen Bereichen des Austrittsdiffusors wechselzuwirken. Dadurch kommt es zu weiteren Wirkungsgradverlusten und zu einer schlechten Vor-Diffusor- und CDC-Leistung.

[0004] Infolgedessen besteht ein Bedarf nach verbesserten Systemen und Vorrichtungen, die eine Wechselwirkung der Wirbel mit den stromaufwärtigen Bereichen des Austrittsdiffusors reduzieren und ein Wachstum der Wirbel in der Ausgabekavität des Diffusors stoppen, so dass auf diese Weise die Gesamtverluste reduziert und eine robuste, zuverlässige Diffusorleistung sichergestellt wird.

### Kurze Beschreibung der Erfindung

[0005] Die obige Aufgabe wird durch einen Austrittsdiffusor für eine Gasturbine, die einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine enthält, gemäss Anspruch 1 gelöst.

[0006] Diese und weitere Merkmale des vorliegenden Anmeldegegenstandes werden bei einer Durchsicht der folgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen in Verbindung mit den Zeichnungen und den beigefügten Ansprüchen offensichtlich.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden durch das sorgfältige Lesen der folgenden detaillierteren Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser verstanden und gewürdigt, in denen zeigen:

- Fig. 1 einen beispielhaften Austrittsdiffusor für einen Verdichter in einer Gasturbine, die eine Wirbelfalle oder überhängende Stufe gemäss einer Ausführungsform des vorliegenden Anmeldegegenstandes enthält;
- Fig. 2 einen beispielhaften Austrittsdiffusor, der eine Wirbelfalle oder überhängende Stufe gemäss einer alternativen Ausführungsform des vorliegenden Anmeldegegenstandes enthält;
- Fig. 3 beispielhafte Abmessungen verschiedener Teile der Wirbelfalle oder überhängenden Stufe gemäss einer beispielhaften Ausführungsform des vorliegenden Anmeldegegenstandes;
- Fig. 4 ein Fluidströmungsmuster innerhalb eines herkömmlichen Diffusors; und
- Fig. 5 ein Fluidströmungsmuster innerhalb des Austrittsdiffusors, der eine Wirbelfalle oder überhängende Stufe gemäss einer beispielhaften Ausführungsform des vorliegenden Anmeldegegenstandes aufweist.

### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0008] Als ein Anfangsschritt, um die Erfindung gemäss der vorliegenden Anmeldung klar zu vermitteln, kann es erforderlich sein, eine Terminologie zu wählen, die sich auf bestimmte Teile oder Maschinenkomponenten einer Gasturbine bezieht und diese beschreibt. Wenn es möglich ist, wird in der Industrie übliche Terminologie genutzt und entsprechend ihrer akzeptierten Bedeutung verwendet. Fachleute auf dem Gebiet werden erkennen, dass häufig eine bestimmte Komponente unter Verwendung mehrerer unterschiedlicher Ausdrücke bezeichnet werden kann. Ausserdem kann das, was hierin als

ein Einzelteil beschrieben sein kann, mehrere Komponententeile enthalten und im anderen Zusammenhang als aus mehreren Komponententeilen bestehend bezeichnet werden, oder das, was hierin als mehrere Komponententeile enthaltend beschrieben sein kann, kann als ein Einzelteil gestaltet und in einigen Fällen als ein Einzelteil bezeichnet werden.

**[0009]** Ferner sind in dem hierin verwendeten Sinne «stromabwärts» und «stromaufwärts» Ausdrücke, die eine Richtung relativ zu der Strömung eines Arbeitsfluids durch die Turbine anzeigen. An sich bezieht sich der Ausdruck «stromabwärts» auf eine Richtung, die allgemein der Richtung der Arbeitsfluidströmung entspricht, und der Ausdruck «stromaufwärts» bezieht sich allgemein auf die Richtung, die zu der Richtung der Arbeitsfluidströmung entgegengesetzt gerichtet ist. Die Ausdrücke «hinten» bzw. «hintere(r, s)» und «vorne» bzw. «vordere(r, s)» können verwendet werden, um eine relative Position innerhalb der Turbinenmaschine zu beschreiben. Es versteht sich, dass der Verdichter allgemein als auf der «vorderen» Seite der Turbinenmaschine befindlich beschrieben ist, während sich der Turbinenabschnitt auf der «hinteren» Seite befindet. Demgemäss beschreibt «vordere», wie hierin verwendet, eine Position, die sich näher an dem Verdichter befindet, während «hintere» eine Position näher an der Turbine beschreibt. Der Ausdruck «radial» bezieht sich auf eine Bewegung oder Position senkrecht zu einer Achse. Es ist häufig erforderlich, Teile zu beschreiben, die sich an unterschiedlichen radialen Positionen in Bezug auf eine Achse befinden. In diesem Fall kann, falls sich eine erste Komponente näher an der Achse befindet als eine zweite Komponente, hier angegeben werden, dass die erste Komponente «radial innen» von der zweiten Komponente oder «innerhalb» derselben angeordnet ist. Falls sich andererseits die erste Komponente weiter weg von der Achse als die zweite Komponente befindet, kann hierin angegeben werden, dass die erste Komponente «radial aussen» von der zweiten Komponente oder «ausserhalb» der zweiten Komponente angeordnet ist. Der Ausdruck «axial» bezieht sich auf eine Bewegung oder Position parallel zu einer Achse. Schliesslich bezeichnet der Ausdruck «Umfangs-» bzw. «in Umfangsrichtung» eine Bewegung oder Position rings um eine Achse.

**[0010]** Fig. 1 veranschaulicht einen beispielhaften Verdichteraustrittsdiffusor 100 in einer Gasturbine, die eine Wirbelfalle oder überhängende Stufe gemäss einer beispielhaften Ausführungsform des vorliegenden Anmeldegegenstandes enthält. Der Austrittsdiffusor 100 (siehe Fig. 5) kann ein komprimiertes Fluid aus einem (nicht veranschaulichten) Verdichter zu einer (nicht veranschaulichten) Brennkammer leiten. Im Allgemeinen verlässt Luft in der Turbinenmaschine den Verdichter mit relativ hoher Geschwindigkeit, und sie tritt in den Diffusor 100 ein, wo sie anschliessend verlangsamt wird.

**[0011]** Wie durch Pfeile in Fig. 1 veranschaulicht, tritt das komprimierte Fluid zunächst in einen vorderen Bereich 101 (siehe Fig. 2) des Austrittsdiffusors 100 ein. Der vordere Bereich 101 kann eine innere Diffusorwand 102 und eine äussere Diffusorwand 104 enthalten. Es wird erkannt, dass sich die äussere Diffusorwand 104 nach aussen derart erweitert, dass die Diffusorwände 102, 104 einen sich aufweitenden Strömungspfad durch den vorderen Abschnitt 101 definieren, der die ankommende komprimierte Luft verzögert. Ferner kann eine ringförmige Teilerschaukel bzw. -einrichtung 105 (wie veranschaulicht) enthalten sein. Die Teilerschaukel 105 teilt den vorderen Bereich 101 des Austrittsdiffusors 100 in zwei Durchgänge – einen ersten Durchgang 106 und einen zweiten Durchgang 108 – auf, die die Verdichteraustrittsströmung zu einer Sammel- bzw. Ausgabekavität 110 leiten. (Es ist zu beachten, dass nur ein Teil der Ausgabekavität 110 in den Fig. 1 bis 3 veranschaulicht ist, während weitere Bereiche der Ausgabekavität 110 in den Fig. 4 und 5 veranschaulicht sind.) In manchen Realisierungen des Offenbarungsgegenstandes kann der Austrittsdiffusor 100 eine beliebige Anzahl von Teilerschaukeln (105) bzw. -einrichtungen enthalten oder kann alternativ einen einzigen sich erweiternden ringförmigen Kanal ohne Teilerschaukeln bzw. -einrichtungen enthalten.

**[0012]** Allgemein enthält der Austrittsdiffusor 100 eine Sammel- bzw. Ausgabekavität 110, die eine Luftströmung von dem vorderen Bereich 101 empfängt (wie durch Pfeile veranschaulicht). Von der Ausgabekavität 110 wird Luft in die nicht dargestellten ringförmigen Kanäle, die die Brennkammer umgeben, geleitet. Fig. 1 zeigt die Ausgabekavität 110 als einen Bereich mit einem Volumen, der allgemein stromabwärts von den hinteren Endpunkten der inneren Diffusorwand 102 und der äusseren Diffusorwand 104 positioniert ist. Die Ausgabekavität 110 kann eine innere Kavitätswand 112 enthalten, die eine innere radiale Begrenzung der Ausgabekavität 110 definiert, und die Ausgabekavität 110 kann, wie angegeben, wenigstens einen Abschnitt der Brennkammer umgeben. Die Ausgabekavität 110 weist einen deutlich höheren Diffusoröffnungs- oder Ausströmungswinkel auf, was im Betrieb gewöhnlich zu der Bildung eines Wirbels oder von Wirbeln (nicht veranschaulicht) führt. Es versteht sich für Fachleute auf dem Gebiet, dass die Bildung derartiger Wirbel eine primäre Verlustquelle darstellt, die den Wirkungsgrad der Maschine negativ beeinflusst. Gewöhnlich wachsen die Wirbel, wenn die Fluidströmung expandiert, und sie beginnen mit dem stromaufwärtigen Bereich 101 des Austrittsdiffusors 100 wechselzuwirken, wodurch weitere Wirkungsgradverluste hervorgerufen werden, wenn die Wirbel an ihrer Expansion gehindert werden.

**[0013]** Die innere Diffusorwand 102 endet an einer stromabwärtigen bzw. hinteren Lippe 113. In dem hierin verwendeten Sinne ist die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 der stromabwärtige oder hintere Endpunkt der inneren Diffusorwand 102, wie in den Fig. 1 und 2 angezeigt. In einigen Ausführungsformen kann die innere Diffusorwand 102 eine Übergangsstufe 116 enthalten, die gleich vor der stromabwärtigen bzw. hinteren Lippe 113 positioniert ist, wie dies veranschaulicht ist. Es versteht sich, dass die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 den Übergangspunkt von dem vorderen Bereich 101 zu der Ausgabekavität 110 des Austrittsdiffusors 100 kennzeichnet. Eine herkömmliche Konstruktion, wie sie in Fig. 4 veranschaulicht ist, stellt an dieser Stelle eine radiale Stufe bereit, wobei die Stufe eine Stufenwand aufweist, die mit der Radialrichtung im Wesentlichen ausgerichtet ist.

**[0014]** Gemäss Ausführungsformen des vorliegenden Anmeldegegenstandes enthält der Austrittsdiffusor 100 eine überhängende Stufe 116, die, wie nachstehend näher beschrieben, dazu dient, das Wachstum von Wirbeln in diesem Bereich zu minimieren oder zu stoppen. Die überhängende Stufe 116 enthält im Wesentlichen eine Stufenwand 118, die sich

schräg radial nach innen und in einer stromaufwärtigen Richtung erstreckt, wodurch sie einen hinteren Abschnitt der inneren Diffusorwand 102 unterschneidet, wie dies in den Querschnittsansichten der Fig. 1 bis 3 veranschaulicht ist. Genauer gesagt, enthält die überhängende Stufe 116 eine Stufenwand 118, die von einem Anfangspunkt an der stromabwärtigen bzw. hinteren Lippe 113 der inneren Diffusorwand 102 aus in einer Richtung schräg verläuft, die sowohl eine nach innen weisende Richtungskomponente als auch eine axial stromaufwärts weisende Richtungskomponente enthält. An einem Ende ist die Stufenwand 118 mit der inneren Diffusorwand 102 verbunden, während sie an dem anderen Ende mit der inneren Kavitätswand 112 an einer Vorderkante (einer Stelle, die hierin als die Ausgabekavitätswandvorderkante 117 bezeichnet ist) verbunden ist. Es versteht sich, dass gemäss Ausführungsformen des vorliegenden Anmeldegegenstandes die axiale Position der Ausgangskavitätswandvorderkante 117 vor der axialen Position der stromabwärtigen bzw. hinteren Lippe 113 liegt. Natürlich ist es diese Konfiguration, die die überhängende Stufe 116 erzeugt, die wiederum die Strömungsdynamik herbeiführt, die die Bildung von Wirbeln beim Durchgang durch den Diffusor 100 während eines Betriebs der Maschine reduziert.

**[0015]** Die Stufenwand 118 kann, wie veranschaulicht, konisch ausgebildet sein und bildet im Querschnitt mit einer radialen Referenzlinie allgemein einen Winkel 306, der insbesondere in Fig. 3 veranschaulicht ist. Wie hierin verwendet, wird dieser Winkel als der Stufenwandwinkel 306 bezeichnet. Herkömmlich ist, wie erwähnt, die Stufenwand 118 mit der radialen Referenzlinie fluchtend ausgerichtet, so dass folglich der Stufenwandwinkel 306 ungefähr  $0^\circ$  beträgt. In anderen herkömmlichen Anordnungen (nicht veranschaulicht) bildet die Stufenwand 118 einen positiven Winkel mit der radialen Referenzlinie, der sich in dem hierin verwendeten Sinne auf eine Konfiguration bezieht, in der die Stufenwand 118 schräg radial nach innen in der hinteren Richtung verläuft. Wie in der vorliegenden Anmeldung gelehrt, bildet die Stufenwand 118 jedoch einen negativen Winkel mit der radialen Referenzlinie, der, wie erwähnt, einen Überhang oder eine Unterschneidung erzeugt. Es ist festgestellt worden, dass Konfigurationen, die bestimmte Stufenwandwinkel 306 oder Stufenwandwinkel 306 innerhalb eines bestimmten Bereiches aufweisen, ein verbessertes Leistungsverhalten ergeben. Z.B. weist der Stufenwandwinkel 306 in einer bevorzugten Ausführungsform einen Wert in einem Bereich zwischen ungefähr  $-20^\circ$  und  $-60^\circ$  auf. Bevorzugterweise weist der Stufenwandwinkel 306 einen Wert in einem Bereich zwischen ungefähr  $-30^\circ$  und  $-50^\circ$  auf. In einigen Anwendungen weist ein idealer Stufenwandwinkel 306 einen Wert von ungefähr  $-40^\circ$  auf. Wie in grösseren Einzelheiten nachstehend erläutert, bildet die Schräglage der Stufenwand 118 eine Wirbelfalle, die das Wachstum von Wirbeln stoppt und die Wirbel daran hindert, mit dem Fluid in dem vorderen Bereich 101 des Diffusors 100 wechselzuwirken.

**[0016]** Die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 der inneren Diffusorwand 102 kann verschiedene bevorzugte Konfigurationen aufweisen. In einer Konfiguration, wie sie in Fig. 1 veranschaulicht ist, kann die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 eine glatte, gerundete Ecke aufweisen. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform, wie sie in Fig. 2 veranschaulicht ist, kann die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 eine scharfe Ecke aufweisen. In einer noch weiteren bevorzugten Ausführungsform, wie sie Fig. 3 zeigt, enthält die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 eine flache Fläche, die in einer im Wesentlichen radialen Richtung ausgerichtet ist. Diese alternativen Formen der stromabwärtigen bzw. hinteren Lippe 113 haben sich zum Einfangen von Wirbeln und zur Reduktion aerodynamischer Verluste als effektiv erwiesen. Während diese beschriebenen Konfigurationen für die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 bevorzugte Ausführungsformen bilden, versteht es sich, dass andere Konfigurationen möglich sind.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Gestalt der Verbindung, die zwischen der Stufenwand 118 und der inneren Kavitätswand 112 geschaffen ist, wie veranschaulicht, einen gerundeten kehlförmigen Bereich. Wie erkannt wird, kann dieser Spannungskonzentrationen verhindern. Es sind auch andere Konfigurationen möglich.

**[0018]** Ferner ist durch Experimente und computergestützte Modellierung von Strömungsmustern festgestellt worden, dass bestimmte Abmessungen bei der Steuerung oder Begrenzung der Wirbelbildung effektiver sind als andere. Fig. 3 hilft bei der Beschreibung der beispielhaften Abmessungen der verschiedenen Teile einer beispielhaften Wirbelfalle 300 innerhalb des Diffusors 100. Z.B. kann die radiale Höhe 312 der überhängenden Stufe 116 zwischen ungefähr 10,2 und 15,2 cm (4 und 6 Zoll) betragen. Insbesondere kann diese radiale Höhe 312 ungefähr 11,2 cm (4,4 Zoll) betragen. In einigen Ausführungsformen kann der Abstand 302 zwischen der Übergangsstufe 114 und der stromabwärtigen bzw. hinteren Lippe 113 ungefähr 8,9 bis 11,4 cm (3,5 bis 4,5 Zoll) betragen. Mehr bevorzugt kann dieser Abstand 302 ungefähr 10,2 cm (4 Zoll) betragen. In einigen Ausführungsformen kann die Höhe 304 des abgeflachten Endes der stromabwärtigen bzw. hinteren Lippe 113 (vgl. Fig. 3) zwischen ungefähr 0 und 2,5 cm (0 und 1 Zoll) betragen. Mehr bevorzugt kann diese Höhe 304 ungefähr 1,3 cm (0,5 Zoll) betragen. In einigen Ausführungsformen kann der Radius 308 des zwischen der Stufenwand 118 und der inneren Kavitätswand 112 gebildeten Bogens zwischen ungefähr 1,3 und 5,1 cm (0,5 und 2 Zoll) betragen. Mehr bevorzugt kann dieser Radius 308 ungefähr 2,5 cm (1 Zoll) betragen. Ferner kann die Höhe 310 der Übergangsstufe 114 zwischen ungefähr 0,5 und 2,5 cm (0,2 und 1 Zoll) betragen. Mehr bevorzugt kann diese Höhe 310 ungefähr 1,3 cm (0,5 Zoll) betragen. Die vorstehenden Abmessungen sind zur Minimierung von Gesamtverlusten aufgrund eines Wirbelwachstums (nicht veranschaulicht) und zur Begrenzung der Wirbelwechselwirkung mit stromaufwärtiger Fluidströmung optimiert. Es versteht sich, dass diese Abmessungen in Abhängigkeit von der Anwendung verändert werden können und dass sie nur eine bevorzugte Umsetzung in die Praxis darstellen.

**[0019]** Fig. 4 veranschaulicht ein Fluidströmungsmuster innerhalb eines herkömmlichen Diffusors 400 sowie experimentelle Ergebnisse von diesem. Der herkömmliche Diffusor 400 enthält den ersten Durchgang 106 und den zweiten Durchgang 108, durch die das komprimierte Fluid zu der Ausgabekavität 110 strömt, wie dies anhand von Pfeilen veranschaulicht ist. Eine Stufe 402, die eine im Wesentlichen in der Radialrichtung orientierte Stufenwand aufweist, verbindet die innere

Diffusorwand 102 mit der inneren Kavitätswand 112 der Ausgabekavität 110, die sich innen in Bezug auf die innere Diffusorwand 102 befindet. Die Ausgabekavität 110 weist den höchsten Diffusoröffnungswinkel auf, was zur Wirbelerzeugung führt. Ein Wirbel 404 (der anhand des schattierten Bereiches dargestellt ist) bildet sich in der Nähe der Stufe 402 aus, während Fluid in die Ausgabekavität 110 eintritt. Der Wirbel 404 wächst, während das Fluid stromabwärts strömt und beginnt, mit dem Fluid in dem vorderen Abschnitt des herkömmlichen Diffusors 400 wechselzuwirken. Eine Fluidumkehrströmung in der Ausgabekavität 110 steigt die Stufe 402 hinauf, die eine im Wesentlichen vertikale Wand bildet, und sie tritt folglich in Wechselwirkung mit der stromaufwärtigen Strömung und trägt zu dem weiteren Wachstum des Wirbels 404 bei. Die Wechselwirkung kann aus Fig. 4 ersehen werden, worin das Fluid veranschaulicht ist, wie es in den zweiten Durchgang 108 eintritt. Dieses Wachstum des Wirbels 404 bewirkt eine Fluidströmung stromaufwärts von der Ausgabekavität 110, was zu schweren Verlusten und schlechterer Vorverdichter- und Verdichteraustrittsgehäuseleistung führt.

**[0020]** Fig. 5 zeigt ein Fluidströmungsmuster innerhalb des Diffusors 100 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowie experimentelle Ergebnisse von diesem. Wie erläutert, muss sich die Stufenwand 118 schräg radial nach innen und in einer stromaufwärtigen Richtung erstrecken, so dass die Stufenwand 118 einen Abschnitt der inneren Diffusorwand 102 unterschneidet. Ferner muss die stromabwärtige bzw. hintere Lippe 113 eine axiale Position aufweisen, die sich relativ zu der axialen Position der Ausgabekavitätsvorderkante 117 hinter dieser befindet. Fig. 5 zeigt einen abgeschwächten Wirbel 502, der in enger Nähe zu der Stufenwand 118 ausgebildet ist. Die Neigung bzw. Schräglage der Stufenwand 118 erzeugt eine Wirbelfalle in der Ausgabekavität 110, durch die das Wachstum des abgeschwächten Wirbels 502 gestoppt und seine Wechselwirkung mit dem vorderen Bereich 101 des Diffusors 100 verhindert wird. Fig. 5 zeigt den abgeschwächten Wirbel 502, wie er von dem zweiten Durchgang 108 im Wesentlichen losgelöst ist, im Vergleich zu dem Wirbel 404 in Fig. 4, der eine beträchtliche Wechselwirkung mit dem zweiten Durchgang 108 aufweist. Dieser Vergleich veranschaulicht die Art und Weise, in der die vorliegende Konstruktion des Diffusors 100 das Wachstum des abgeschwächten Wirbels 502 verhindern kann und den abgeschwächten Wirbel 502 von der stromaufwärtigen Fluidströmung im Wesentlichen lösen kann.

**[0021]** Die Konstruktion des Diffusors 100 ermöglicht ferner eine gleichmässige Strömungsverteilung über einem Übergangsstück 504 einer Brennkammer und verhindert die Bildung heisser Stellen. Das resultierende Strömungsfeld reduziert Gesamtverluste und verbessert die Leistung des Diffusors 100. Ferner senkt die Eindämmung des abgeschwächten Wirbels 502 die strenge Anforderung, ein gleichmässiges Strömungsprofil an dem Verdichter zu haben, ohne die Leistung negativ zu beeinflussen. Die reduzierten Verluste in dem Verdichteraustrittsgehäuse können ferner einen höheren Spielraum bei der Verdichter- oder Brennkammerkonstruktion zulassen, wodurch deutliche leistungsbezogene und finanzielle Vorteile erzielt werden.

**[0022]** Tabelle 1 vergleicht das Verhalten des herkömmlichen Diffusors 400 mit demjenigen des Diffusors 100. Es werden vier Szenarien betrachtet, die unterschiedliche Leckverlustniveaus aufweisen, die an dem vierzehnten Stator (S14) des Verdichters festgelegt werden, wobei die Leckage zwischen dem Schaufelblatt an dem vierzehnten Stator (S14) und dem Verdichteraustrittsgehäuse (CDC) stattfindet. Eine Leckage von 0,3% am S14 ist der Auslegungspunkt für das vorliegende Beispiel. Der Druckverlust wird entsprechend der folgenden Gleichung 1 gemessen:

$$\frac{DPt}{Pt} = \left( \frac{\text{Druck am Diffusoreingang} - \text{Druck am Diffusorausgang}}{\text{Druck am Diffusoreingang}} \right) \quad (1)$$

**[0023]** Tabelle 1

| S14-Leckage (%)       | DPT/Pt für herkömmlichen Diffusor 400 (%) | DPT/Pt für Diffusor 100 (%) |
|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| 0,1                   | 1,17                                      | 1,16                        |
| 0,3 (Auslegungspunkt) | 1,13                                      | 0,99                        |
| 0,4                   | 1,19                                      | 1,03                        |
| 0,8                   | 1,42                                      | 1,3                         |

**[0024]** Es sollte beachtet werden, dass gewöhnlich ein beträchtlicher Aufwand investiert wird, um derart niedrige Leckverlustniveaus konstant einzuhalten. Die reduzierten Verluste in dem Diffusor 100 können einen gewissen Grad an Flexibilität während der Verdichter- oder Brennkammerkonstruktion gewähren und können ferner die strengen Anforderungen an die Einhaltung der Leckverlustniveaus mildern.

**[0025]** Tabelle 1 zeigt, dass der Diffusor 100 den auf Wirbelwachstum zurückzuführenden Druckverlust im Vergleich zu dem herkömmlichen Diffusor 400 verringert. Es sollte beachtet werden, dass die beanspruchte Diffusorkonstruktion ein robustes Leistungsverhalten nicht nur an dem Auslegungspunkt, sondern auch über verschiedene Betriebsbedingungen hinweg ergibt. Somit begrenzt der Diffusor 100 gemäss den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung das Wirbel-

wachstum, und er begrenzt die Wechselwirkung der stromaufwärtigen Strömung mit dem Wirbel, was zu deutlichen Verbesserungen des Diffusor- und CDC-Leistungsverhaltens führt.

**[0026]** Es ist ein Austrittsdiffusor für eine Gasturbine, die einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine enthält, offenbart, der enthält: einen vorderen Bereich 101 und eine Ausgabekavität 110, wobei der vordere Bereich 101 konfiguriert ist, um eine Austrittsströmung aus dem Verdichter zu der Ausgabekavität 110 zu leiten; eine innere Diffusorwand 102, die einen inneren Strömungspfad des vorderen Bereiches 101 radial begrenzt; und eine äussere Diffusorwand 104, die einen äusseren Strömungspfad des vorderen Bereiches 101 radial begrenzt; wobei der Austrittsdiffusor an einer stromabwärtigen Lippe 113 der inneren Diffusorwand 102 eine überhängende Stufe 116 aufweist.

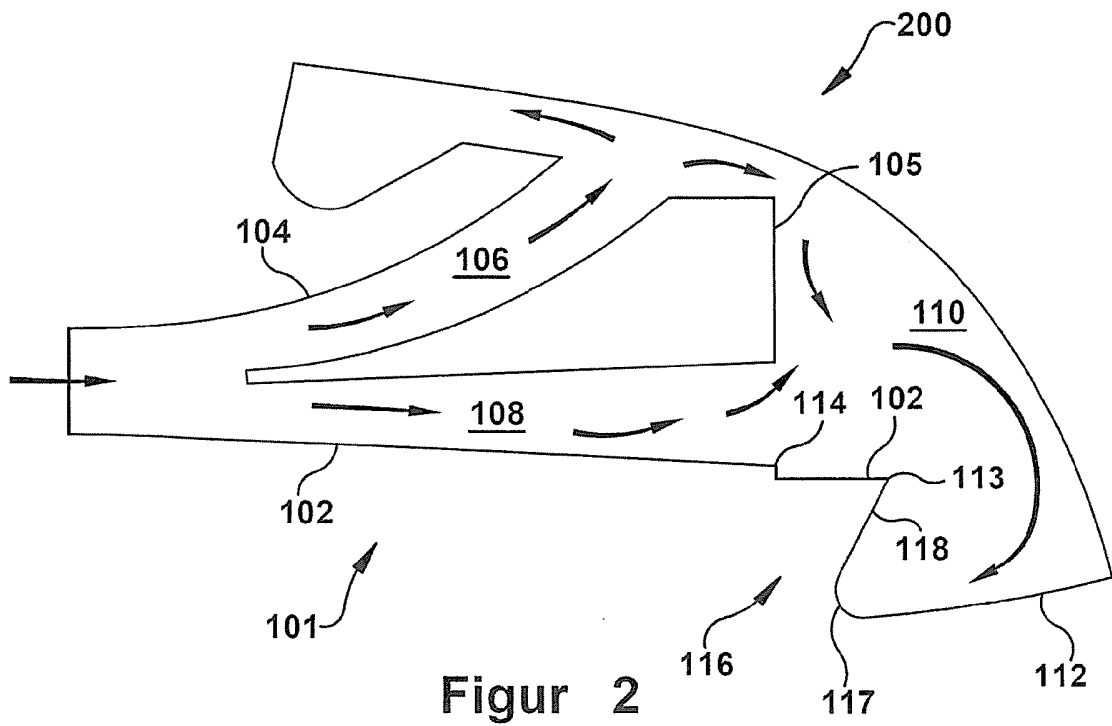
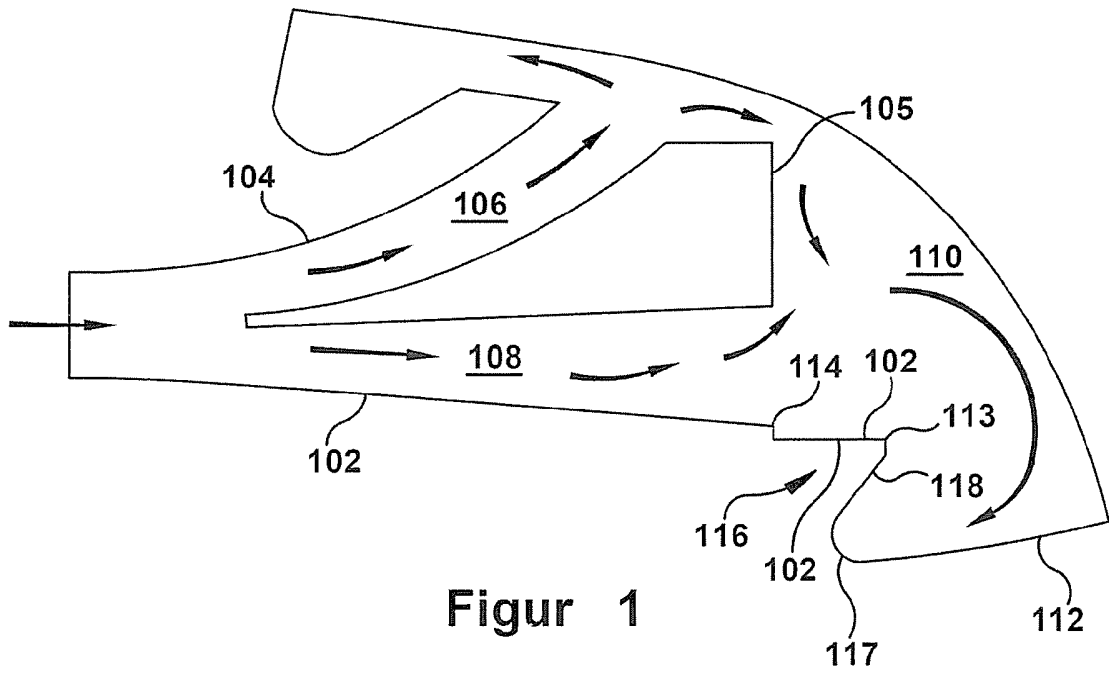
#### **Bezugszeichenliste**

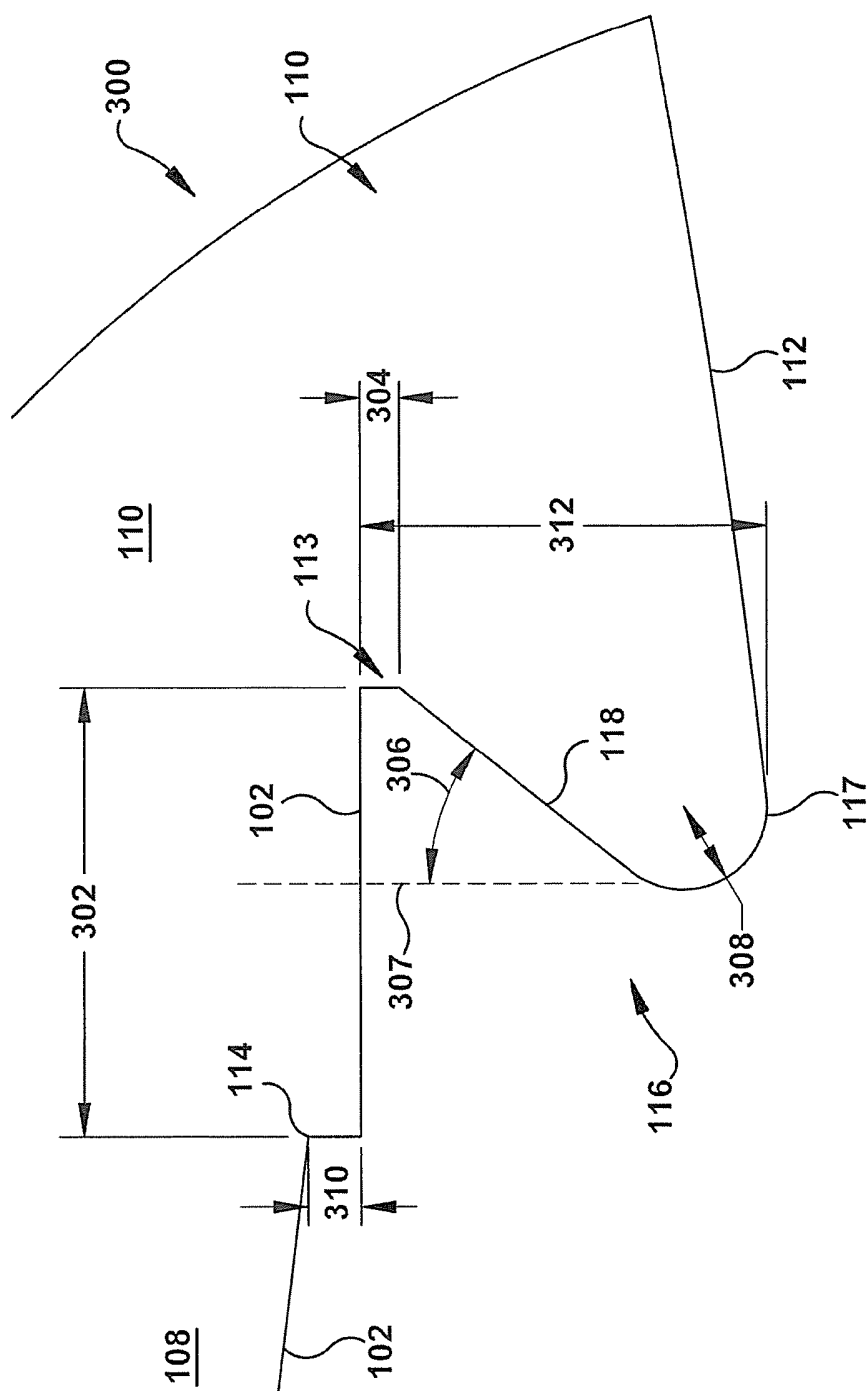
##### **[0027]**

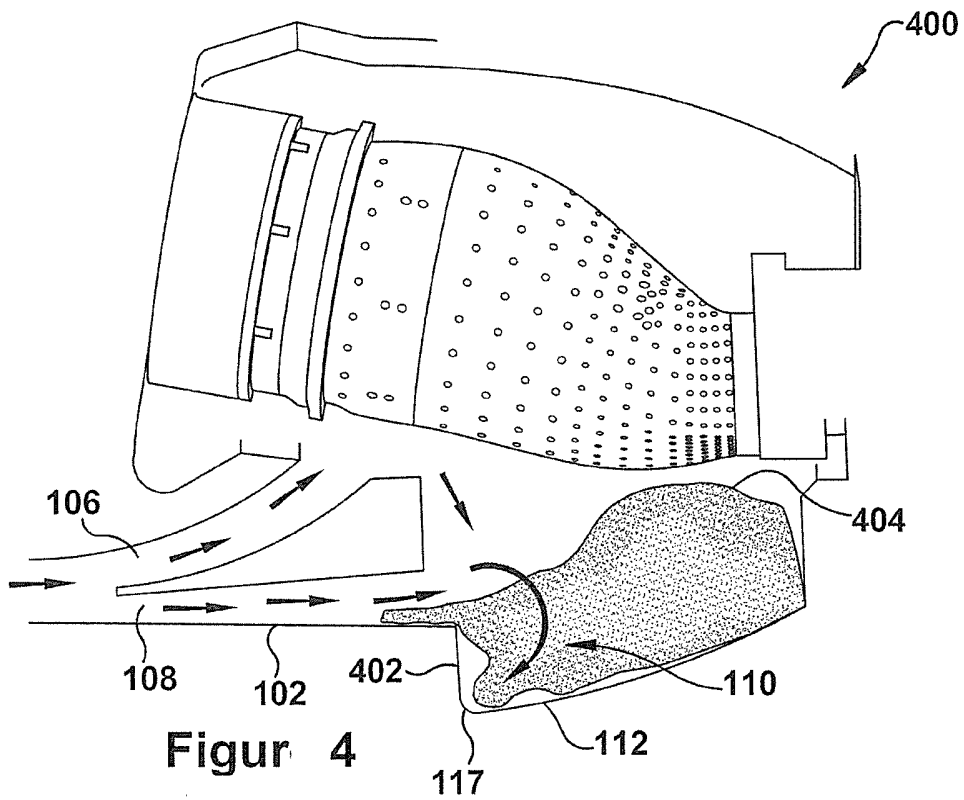
- 100 Verdichteraustrittsdiffusor
- 101 vorderer Bereich
- 102 innere Diffusorwand
- 104 äussere Diffusorwand
- 105 ringförmige Teilerschaufel
- 106 erster Durchgang
- 108 zweiter Durchgang
- 110 Ausgabekavität
- 112 innere Kavitätswand
- 113 stromabwärtige bzw. hintere Lippe
- 114 Übergangsstufe
- 116 überhängende Stufe
- 117 Vorderkante der Ausgabekavität
- 118 Stufenwand
- 120 zweiter Schenkel
- 300 Wirbelfalle
- 302 Weite
- 304 Höhe der flachen Ecke
- 306 Stufenwandwinkel
- 307 radiale Achse
- 308 Radius
- 310 Höhe
- 312 radialer Abstand
- 400 herkömmlicher Diffusor
- 402 Stufe
- 404 Wirbel
- 500 Fluidströmungsmuster
- 502 abgeschwächter Wirbel
- 504 Übergangsstück

**Patentansprüche**

1. Austrittsdiffusor für eine Gasturbine, die einen Verdichter, eine Brennkammer und eine Turbine enthält, wobei der Austrittsdiffusor aufweist:  
einen vorderen Bereich (101) und eine Ausgabekavität (110), wobei der vordere Bereich (101) konfiguriert ist, um eine Austrittsströmung aus dem Verdichter zu der Ausgabekavität (110) zu leiten;  
eine innere Diffusorwand (102), die einen inneren Strömungspfad des vorderen Bereiches (101) radial begrenzt; und  
eine äussere Diffusorwand (104), die einen äusseren Strömungspfad des vorderen Bereiches (101) radial begrenzt;  
wobei an einer stromabwärtigen Lippe (113) der inneren Diffusorwand (102) der Austrittsdiffusor eine überhängende Stufe (116) aufweist.
2. Austrittsdiffusor nach Anspruch 1, wobei sich die äussere Diffusorwand (104) nach aussen derart erweitert, dass die innere Diffusorwand (102) und die äussere Diffusorwand (104) einen sich aufweitenden Strömungspfad definieren, und die stromabwärtige Lippe (113) den stromabwärtigen Endpunkt der inneren Diffusorwand (102) aufweist;  
wobei die Ausgabekavität (110) ein Bereich mit einem Volumen ist, der stromabwärts von der sich erweiternden inneren und äusseren Diffusorwand (102, 104) des vorderen Bereiches (101) angeordnet ist, und wobei die Ausgabekavität (110) konfiguriert ist, um wenigstens einen Abschnitt der Brennkammer zu umgeben.
3. Austrittsdiffusor nach Anspruch 1, wobei die überhängende Stufe (116) eine Stufenwand (118) aufweist, die sich von der stromabwärtigen Lippe (113) des vorderen Bereiches (101) zu einer inneren Kavitätswand (112) der Ausgabekavität (110) erstreckt, wobei die innere Kavitätswand (112) eine innere radiale Begrenzung der Ausgabekavität (110) bildet.
4. Austrittsdiffusor nach Anspruch 3, wobei die überhängende Stufe (116) eine radiale Stufe aufweist, die sich von der stromabwärtigen Lippe (113) aus radial nach innen und in einer stromaufwärtigen Richtung derart erstreckt, dass die radiale Stufe einen Abschnitt der inneren Diffusorwand (102) unterschneidet.
5. Austrittsdiffusor nach Anspruch 3, wobei die Stufenwand (118) die innere Diffusorwand (102) mit der inneren Kavitätswand (112) verbindet.
6. Austrittsdiffusor nach Anspruch 5, wobei die innere Kavitätswand (112) eine Position aufweist, die weiter innen in Bezug auf die innere Diffusorwand (102) liegt;  
wobei die radiale Höhe (312) der überhängenden Stufe (116) den Abstand aufweist, um den die innere Kavitätswand (112) sich weiter innen von der inneren Diffusorwand (102) befindet; und  
wobei die Stufenwand (118) an einem Ende mit der inneren Diffusorwand (102) an der stromabwärtigen Lippe (113) verbunden ist und an dem anderen Ende mit der inneren Kavitätswand (112) an einer Ausgabekavitätsvorderkante (117) verbunden ist.
7. Austrittsdiffusor nach Anspruch 6, wobei die Stufenwand (118) im Wesentlichen konisch ausgebildet ist, und die überhängende Stufe (116) derart konfiguriert ist, dass ein Stufenwandwinkel (306), der zwischen der Stufenwand (118) und einer radial ausgerichteten Referenzlinie ausgebildet ist, einen Wert in einem Bereich zwischen  $-20$  und  $-60$  Grad aufweist.
8. Austrittsdiffusor nach Anspruch 7, wobei der Stufenwandwinkel (306) einen Wert in einem Bereich zwischen  $-30$  und  $-50$  Grad aufweist.
9. Austrittsdiffusor nach Anspruch 6, wobei die stromabwärtige Lippe (113) entweder eine gerundete Kante, eine scharfe Kante oder eine flache Fläche, die in einer im Wesentlichen radialen Richtung ausgerichtet ist, aufweist, und wobei die Ausgabekavitätsvorderkante (117) eine gerundete Kante aufweist.
10. Austrittsdiffusor nach Anspruch 6, wobei die radiale Höhe (312) der überhängenden Stufe (116) einen Wert von 10,2 bis 15,2 cm, d.h. 4 bis 6 Zoll, aufweist;  
und wobei ferner der Austrittsdiffusor eine Übergangsstufe (114) aufweist, die strömungsseitig an der inneren Diffusorwand (102) axial zwischen einem verdichterseitigen Ende und der stromabwärtigen Lippe (113) angeordnet ist, wobei der axiale Abstand (302) zwischen der Übergangsstufe (114) und der stromabwärtigen Lippe (113) einen Wert von 8,9 bis 11,4 cm, d.h. 3,5 bis 4,5 Zoll, aufweist, und  
wobei die radiale Höhe (310) der Übergangsstufe (114) einen Wert von 1,3 cm, d.h. 0,5 Zoll, aufweist.







(Stand der Technik)

