

SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 707 917 A2

(51) Int. Cl.: F02C 7/08 (2006.01)

### Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## (12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00500/14

(71) Anmelder:  
General Electric Company, 1 River Road  
Schenectady, New York 12345 (US)

(22) Anmeldedatum: 01.04.2014

(72) Erfinder:  
John Anthony Conchieri,  
Schenectady, New York 12345 (US)  
Roy Marshall Washam,  
Greenville, South Carolina 29615 (US)  
Gilbert Otto Kraemer,  
Greenville, South Carolina 29615 (US)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.10.2014

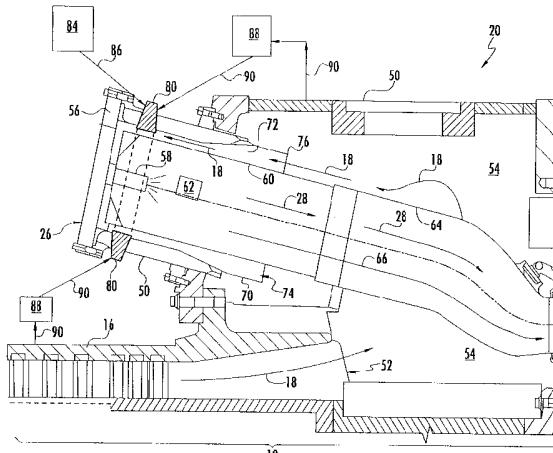
(74) Vertreter:  
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14  
6300 Zug (CH)

(30) Priorität: 08.04.2013 US 13/858,192

### (54) Luftheritzungssystem mit katalytischer Verbrennung.

(57) Ein System zum Vorheizen eines Arbeitsfluids (18) innerhalb einer Brennkammer (26) enthält einen Verdichter (16) zur Zuführung des Arbeitsfluids zu der Brennkammer (26). Ein Aussengehäuse (50) ist stromabwärts von dem Verdichter (16) angeordnet. Das Aussengehäuse (50) definiert wenigstens teilweise ein Hochdruckplenum (54), das die Brennkammer (26) wenigstens teilweise umgibt. Ein Brennraum (62) ist im Inneren der Brennkammer «stromabwärts von dem Hochdruckplenum (54)» ausgebildet.

Ein katalytischer Brenner (80) ist im Inneren des Hochdruckplenums (54) stromaufwärts von dem Brennraum (62) angeordnet, um Wärmeenergie dem Arbeitsfluid (18) stromaufwärts von dem Brennraum (62) zuzuführen.



## **Beschreibung**

### **Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine Gasturbine. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Luftheritzungssystem mit katalytischer Verbrennung zur Erhitzung eines Arbeitsfluids stromaufwärts von einem Brennraum, der in einer Brennkammer der Gasturbine definiert ist.

### **Hintergrund zu der Erfindung**

**[0002]** Eine typische Gasturbine enthält einen Einlassabschnitt, einen Verdichterabschnitt, einen Verbrennungsabschnitt, einen Turbinenabschnitt und einen Auslassabschnitt. Der Einlassabschnitt reinigt und bereitet ein Arbeitsfluid (z.B. Luft) auf und liefert das Arbeitsfluid zu dem Verdichterabschnitt. Der Verdichterabschnitt erhöht zunehmend den Druck des Arbeitsfluids und führt ein verdichtetes Arbeitsfluid dem Verbrennungsabschnitt zu. Das verdichtete Arbeitsfluid und ein Brennstoff werden innerhalb des Verbrennungsabschnitts vermischt und in einem Brennraum verbrannt, um Verbrennungsgase mit hoher Temperatur und hohem Druck zu erzeugen. Die Verbrennungsgase werden weiter durch einen Heissgaspfad hindurch in den Turbinenabschnitt geleitet, wo sie expandieren, um Arbeit zu verrichten. Zum Beispiel kann eine Expansion der Verbrennungsgase in dem Turbinenabschnitt eine Welle umlaufen lassen, die mit einem Generator verbunden ist, um Elektrizität zu erzeugen.

**[0003]** Der Verbrennungsabschnitt enthält allgemein eine oder mehrere Brennkammern, die ringförmig gruppiert und zwischen dem Verdichterabschnitt und dem Turbinenabschnitt angeordnet sind. Verschiedene Parameter beeinflussen die Konstruktion und den Betrieb der Brennkammern. Zum Beispiel werden Gasturbinenhersteller regelmässig vor die Aufgabe gestellt, den Gasturbinenwirkungsgrad zu erhöhen, ohne unerwünschte luftverunreinigende Emissionen zu verursachen. Die primären luftverunreinigenden Emissionen, die gewöhnlich durch Gasturbinen verursacht werden, die herkömmliche Kohlenwasserstoffbrennstoffe verbrennen, sind Stickoxide (NOx), Kohlenmonoxid (CO) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe (UHCs). Die Oxidation von molekularem Stickstoff und somit die Bildung von NOx in luftatmenden Antrieben, wie beispielsweise Gasturbinen, ist eine exponentielle Funktion der Temperatur. Je höher die Temperatur der Verbrennungsgase ist, desto höher ist die Bildungsrate der unerwünschten NOx-Emissionen.

**[0004]** Eine Möglichkeit, die Temperatur der Verbrennungsgase zu senken, und auf diese Weise die Bildung von NOx zu kontrollieren, besteht darin, ein Magervormisch-Verbrennungssystem einzusetzen. Das Magervormisch-Verbrennungssystem arbeitet durch Vorvermischung des Brennstoffs mit dem Arbeitsfluid, um ein mageres (oder luftreiches) vorgemischtes brennbares Gemisch dem Brennraum zuzuführen. Infolgedessen ermöglicht die Wärmekapazität oder thermische Kapazität der überschüssigen Luft, die in dem luftreichen oder mageren Verbrennungsgemisch vorhanden ist, während der Verbrennung eine Wärmeabsorption innerhalb des Brennraums, wodurch die Temperatur der Verbrennungsgase reduziert wird, so dass dadurch die Bildung von NOx-Emissionen reduziert wird.

**[0005]** Ein Faktor, der den Betriebsfähigkeitsbereich eines Magervormisch-Verbrennungssystems in dem Magervormisch-Betriebsmodus bestimmt, ist die Temperatur des verdichteten Arbeitsfluids, wenn dieses in den Brennraum eintritt. Falls z.B. die Temperatur des verdichteten Arbeitsfluids, das in den Brennraum eintritt, unter bestimmte Temperaturen fällt, tritt ein grosser Temperaturanstieg und eine grosse Wärmefreisetzung innerhalb des Brennraums und quer durch das Verbrennungssystem auf, wenn das magere vorgemischte brennbare Gemisch verbrannt wird. Infolgedessen kann die Amplitude verschiedener Druckpulsationen innerhalb der Brennkammer, die auch als Verbrennungsdynamik bezeichnet werden, erhöht sein. Außerdem kann der grosse Temperaturanstieg und die grosse Wärmefreisetzung auch eine CO-Erzeugung zur Folge haben, die die Grenzwerte von Emissionsvorschriften überschreiten kann.

**[0006]** Die Temperatur des verdichteten Arbeitsfluids wird im Allgemeinen durch den Betriebsmodus der Gasturbine und durch die lokale Umgebungstemperatur an dem Einlass zu dem Verdichter beeinflusst. Die meisten Magervormisch-Verbrennungssysteme sind ausgelegt, um in dem Magervormisch-Betriebsmodus unter ISO-Standardtagbedingungen zu arbeiten, die in der Leistungserzeugungsindustrie einer Umgebungstemperatur von 59 Grad Fahrenheit entsprechen. Allgemein hat die lokale Umgebungstemperatur die grösste Auswirkung auf die Verbrennungsdynamik und die CO-Niveaus, wenn die Gasturbine unter Bedingungen bei weniger als der vollen Drehzahl und Vollast, wie beispielsweise während eines Teillastbetriebs, betrieben wird, wenn der Verdichter mit weniger als der vollen Leistungskapazität betrieben wird. Infolgedessen wird weniger Wärmeenergie auf das Arbeitsfluid übertragen, während dieses durch den Verdichter hindurch zu der Brennkammer strömt. Demgemäß würde ein System zur Erwärmung des verdichteten Arbeitsfluids innerhalb der Brennkammer stromaufwärts von dem Brennraum nützlich sein.

### **Kurze Beschreibung der Erfindung**

**[0007]** Aspekte und Vorteile der Erfindung sind nachstehend in der folgenden Beschreibung erläutert oder können aus der Beschreibung offenkundig sein, oder sie können durch Umsetzung der Erfindung in die Praxis erfahren werden.

**[0008]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein System zur Erhitzung eines verdichteten Arbeitsfluids innerhalb einer Brennkammer. Das System enthält einen Verdichter zur Zuführung des verdichteten Arbeitsfluids zu der Brennkammer. Ein Aussengehäuse ist stromabwärts von dem Verdichter angeordnet. Das Aussengehäuse definiert wenigstens zum Teil ein Hochdruckplenum, das die Brennkammer wenigstens teilweise umgibt. Ein Brennraum ist im Inneren

der Brennkammer stromabwärts von dem Hochdruckplenum definiert. Ein katalytischer Brenner ist innerhalb des Hochdruckplenums stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet. Der katalytische Brenner liefert Wärmeenergie an das Arbeitsfluid stromaufwärts von dem Brennraum.

[0009] Der Verdichter kann eine Abgabearauslass enthalten, der stromaufwärts von dem Hochdruckplenum angeordnet ist, wobei der katalytische Brenner in der Nähe des Abgabearauslasses angeordnet ist.

[0010] Der katalytische Brenner eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann sich wenigstens teilweise durch das Aussengehäuse hindurch erstrecken.

[0011] Das System einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner ein Flammrohr aufweisen, das wenigstens teilweise den Brennraum umgibt, wobei der katalytische Brenner einen Abschnitt des Flammrohrs wenigstens teilweise umgibt. Das System einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner eine Wärmeabschirmung aufweisen, die zwischen dem katalytischen Brenner und dem Flammrohr angeordnet ist.

[0012] Das System einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner eine Strömungshülse, die das Flammrohr umgibt, und einen Strömungskanal aufweisen, der zwischen dem Flammrohr und der Strömungshülse ausgebildet ist, wobei der Strömungskanal für eine Strömungsverbindung zwischen dem Hochdruckplenum und dem Brennraum sorgt, wobei der katalytische Brenner stromaufwärts von dem Strömungskanal angeordnet ist.

[0013] Das System einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner eine Vormischströmungskammer aufweisen, die stromabwärts von dem katalytischen Brenner und stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist.

[0014] Das System einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner eine externe Oxidationsmittelversorgung aufweisen, die mit dem katalytischen Brenner in Strömungsverbindung steht.

[0015] Das System einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner eine Hochdruckbrennstoffversorgung aufweisen, die mit dem katalytischen Brenner in Strömungsverbindung steht.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Brennkammer für eine Gasturbine. Die Brennkammer enthält ein Flammrohr und einen Brennraum, der wenigstens teilweise innerhalb des Flammrohrs definiert ist. Eine Brennstoffdüse ist stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet. Die Brennstoffdüse definiert wenigstens teilweise eine Vormischströmungskammer, die sich stromaufwärts von dem Brennraum befindet. Ein Aussengehäuse umgibt wenigstens teilweise wenigstens einen Abschnitt des Flammrohrs. Ein Hochdruckplenum ist im Inneren des Aussengehäuses stromaufwärts von der Vormischströmungskammer definiert. Ein katalytischer Brenner ist innerhalb des Hochdruckplenums stromaufwärts von der Vormischströmungskammer angeordnet.

[0017] Das Hochdruckplenum der Brennkammer kann mit einem Abgabearauslass eines Verdichters in Strömungsverbindung stehen, wobei der katalytische Brenner in der Nähe des Abgabearauslasses angeordnet ist.

[0018] Der katalytische Brenner kann sich wenigstens teilweise durch das Aussengehäuse erstrecken.

[0019] Der katalytische Brenner kann einen Abschnitt des Flammrohrs wenigstens teilweise umgeben.

[0020] Die Brennkammer einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner eine Wärmeabschirmung aufweisen, die zwischen dem katalytischen Brenner und dem Flammrohr angeordnet ist. Die Brennkammer, wie im Anspruch 10, ferner eine Strömungshülse, die das Flammrohr umgibt, und einen Strömungskanal aufweisend, der zwischen dem Flammrohr und der Strömungshülse ausgebildet ist, wobei der katalytische Brenner einen Abschnitt des Flammrohrs an einer Position, die sich stromaufwärts von dem Strömungskanal befindet, wenigstens teilweise umgibt. Das System, wie im Anspruch 1, ferner eine externe Oxidationsmittelversorgung aufweisend, die mit dem katalytischen Brenner in Strömungsverbindung steht, wobei die externe Oxidationsmittelversorgung einen Hilfsverdichter enthält.

[0021] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält eine Gasturbine. Die Gasturbine enthält einen Verdichter zur Zuführung einer Strömung eines verdichten Arbeitsfluids. Ein Verbrennungsabschnitt ist stromabwärts von dem Verdichter angeordnet und enthält ein Aussengehäuse, das ein Hochdruckplenum definiert. Eine Turbine ist stromabwärts von dem Verbrennungsabschnitt angeordnet. Der Verbrennungsabschnitt enthält ferner eine Brennkammer, die sich innerhalb des Hochdruckplenums erstreckt. Die Brennkammer weist ein Flammrohr, einen Brennraum, der im Inneren des Flammrohrs stromabwärts von dem Hochdruckplenum ausgebildet ist, und eine Brennstoffdüse auf, die stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist. Die Gasturbine enthält ferner einen katalytischen Brenner, der innerhalb des Hochdruckplenums stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist, um Wärmeenergie der Strömung des verdichten Arbeitsfluids zuzuführen.

[0022] Die Brennkammer der vorstehend erwähnten Gasturbine kann einen Abschnitt des Flammrohrs wenigstens teilweise umgeben.

[0023] Die Gasturbine einer beliebigen vorstehend erwähnten Bauart kann ferner eine Strömungshülse, die das Flammrohr umgibt, und einen Strömungskanal aufweisen, der zwischen dem Flammrohr und der Strömungshülse definiert ist, wobei der katalytische Brenner einen Abschnitt des Flammrohrs an einer Position, die sich stromaufwärts von der Strömungshülse befindet, wenigstens teilweise umgeben kann.

[0024] Fachleute auf dem Gebiet werden die Merkmale und Aspekte derartiger Ausführungsformen und anderer bei einer Durchsicht der Beschreibung besser erkennen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Eine umfassende und befähigende Offenbarung der vorliegenden Erfindung, einschliesslich der besten Ausführungsform von dieser, für einen Fachmann ist in grösseren Einzelheiten in der restlichen Beschreibung angegeben, die eine Bezugnahme auf die beigefügten Figuren enthält, in denen zeigen:

[0026] Fig. 1 ein Funktionsblockschaltbild einer beispielhaften Gasturbine innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung;

[0027] Fig. 2 eine geschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer beispielhaften Gasturbine, die verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthalten kann;

[0028] Fig. 3 ein Funktionsblockschaltbild einer beispielhaften Brennkammer gemäss wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0029] Fig. 4 eine geschnittene Seitenansicht eines Abschnitts der beispielhaften Gasturbine, wie sie in Fig. 2 veranschaulicht ist, gemäss wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0030] Fig. 5 eine geschnittene Seitenansicht eines Abschnitts der beispielhaften Gasturbine, wie sie in Fig. 2 veranschaulicht ist, gemäss wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0031] Es wird nun im Einzelnen auf vorliegende Ausführungsformen der Erfindung Bezug genommen, von denen ein oder mehrere Beispiele in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht sind. Die detaillierte Beschreibung verwendet Bezeichnungen in Form von Zahlen und Buchstaben, um auf Merkmale in den Zeichnungen Bezug zu nehmen. Gleiche oder ähnliche Bezeichnungen in den Zeichnungen und der Beschreibung werden verwendet, um auf gleiche oder ähnliche Teile der Erfindung Bezug zu nehmen.

[0032] Wie hierin verwendet, können die Ausdrücke «erste», «zweite» und «dritte» austauschbar verwendet werden, um eine Komponente von einer anderen zu unterscheiden, und sie sollen keine Lage oder Wichtigkeit der einzelnen Komponenten aufgeben. Die Ausdrücke «stromaufwärts», «stromabwärts», «radial» und «axial» beziehen sich auf die relative Richtung in Bezug auf eine Fluidströmung in einem Fluidweg. Zum Beispiel bezieht sich «stromaufwärts» auf die Richtung, von der das Fluid aus strömt, und «stromabwärts» bezieht sich auf die Richtung, zu der das Fluid hin strömt. In ähnlicher Weise bezieht sich «radial» auf die relative Richtung, die im Wesentlichen senkrecht zu der Fluidströmung ausgerichtet ist, und «axial» bezieht sich auf die relative Richtung, die im Wesentlichen parallel zu der Fluidströmung ausgerichtet ist. Der Ausdruck «in Umfangsrichtung» bezieht sich auf eine relative Richtung, die sich rings um eine axiale Mittellinie einer bestimmten Komponente erstreckt.

[0033] Jedes Beispiel ist zur Erläuterung der Erfindung, nicht zur Beschränkung der Erfindung vorgesehen. In der Tat wird es für Fachleute auf dem Gebiet erkennbar sein, dass Modifikationen und Veränderungen an der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können, ohne von dem Umfang und Rahmen derselben abzuweichen. Zum Beispiel können Merkmale, die als ein Teil einer einzelnen Ausführungsform veranschaulicht oder beschrieben sind, bei einer anderen Ausführungsform verwendet werden, um eine noch weitere Ausführungsform zu ergeben. Somit besteht die Absicht, dass die vorliegende Erfindung derartige Modifikationen und Veränderungen umfasst, wie sie in den Umfang der beigefügten Ansprüche und ihrer Äquivalente fallen.

[0034] Indem nun auf die Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen gleiche Bezugszeichen die gleichen Elemente überall in den Figuren kennzeichnen, zeigt Fig. 1 ein Funktionsblockschaltbild einer beispielhaften Gasturbine 10, die verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthalten kann. Wie veranschaulicht, enthält die Gasturbine 10 allgemein einen Einlassabschnitt 12, der eine Reihe von Filtern, Kühlschlägen, Feuchtigkeitsabscheidern und/oder andere Vorrichtungen enthalten kann, um ein Arbeitsfluid (z.B. Luft) 14, das in die Gasturbine 10 eintritt, zu reinigen oder in sonstiger Weise aufzubereiten. Das Arbeitsfluid 14 strömt zu einem Verdichterabschnitt, in dem ein Verdichter 16 dem Arbeitsfluid 14 zunehmend kinetische und Wärmeenergie verleiht, um ein verdichtetes Arbeitsfluid 18 in einem hochenergetischen Zustand zu erzeugen.

[0035] Das verdichtete Arbeitsfluid 18 strömt von dem Verdichter zu einem Verbrennungsabschnitt 20, in dem es mit einem Brennstoff 22 aus einem Brennstoffversorgungssystem 24 vermischt wird, um ein brennbares Gemisch innerhalb einer oder mehrerer Brennkammern 26 zu bilden. Das brennbare Gemisch wird verbrannt, um Verbrennungsgase 28 zu erzeugen, die eine hohe Temperatur und einen hohen Druck aufweisen. Die Verbrennungsgase 28 strömen durch eine Turbine 30 eines Turbinenabschnitts, um Arbeit zu verrichten. Zum Beispiel kann die Turbine 30 mit einer Welle 32 verbunden sein, so dass eine Drehung der Turbine 28 den Verdichter 16 antreibt, um das verdichtete Arbeitsfluid 18 zu erzeugen. Alternativ oder zusätzlich kann die Welle 32 die Turbine 30 mit einem Generator 34 verbinden, um Elektrizität zu erzeugen. Abgase 36 aus der Turbine 30 strömen durch einen Auslassabschnitt 38, der die Turbine 30 mit einem Abgasschacht 40 stromabwärts von der Turbine 30 verbindet. Der Auslassabschnitt 38 kann z.B. einen Abhitzedampferzeuger (nicht veranschaulicht) zur Reinigung und Extraktion zusätzlicher Wärme aus den Abgasen 36 vor deren Freisetzung zu der Umgebung enthalten.

[0036] Die Brennkammern 24 können eine beliebige Art von Brennkammern enthalten, wie sie in der Technik bekannt sind, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf irgendeine spezielle Brennkammerkonstruktion beschränkt, sofern dies

nicht speziell in den Ansprüchen angegeben ist. Zum Beispiel kann die Brennkammer 24 eine Brennkammer von einer rohrförmigen Bauart oder einer ringrohrförmigen Bauart sein. Fig. 2 zeigt eine geschnittene Seitenansicht eines Abschnitts einer beispielhaften Gasturbine 10, einschliesslich eines Abschnitts des Verdichters 16 und des Verbrennungsabschnitts 20, der verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung enthalten kann. Wie in Fig. 2 veranschaulicht, enthält der Verbrennungsabschnitt 20 allgemein ein Aussengehäuse 50, das stromabwärts von einem Abgabeauslass 52 des Verdichters 16 angeordnet ist. Das Aussengehäuse 50 definiert wenigstens teilweise ein Hochdruckplenum 54 zur Aufnahme des verdichteten Arbeitsfluids 18 aus dem Verdichter 16.

[0037] Die Brennkammer 26 enthält allgemein eine Endabdeckung 56, die mit dem Aussengehäuse 50 verbunden ist. Die Endabdeckung 56 kann wenigstens teilweise das Hochdruckplenum 54 definieren. Wenigstens eine Brennstoffdüse 58 erstreckt sich stromabwärts von der Endabdeckung 56 und/oder stromabwärts von dem Hochdruckplenum 54.

[0038] Ein Flammrohr 60 erstreckt sich stromabwärts von der Brennstoffdüse 58 im Inneren des Aussengehäuses 50 und wenigstens teilweise durch das Hochdruckplenum 54 hindurch. Ein Brennraum 62 ist stromabwärts von dem Hochdruckplenum 54 definiert. In einer Ausführungsform ist der Brennraum 62 wenigstens teilweise im Inneren des Flammrohrs 60 definiert. Der Brennraum 62 ist stromabwärts von der Brennstoffdüse 58 angeordnet. Ein Übergangskanal 64 erstreckt sich stromabwärts von dem Flammrohr 60 und/oder dem Brennraum 62. Der Übergangskanal 64 endet allgemein benachbart zu einem Einlass 66 der Turbine 30 (Fig. 1). Wie in Fig. 2 veranschaulicht, definieren das Flammrohr 60 und der Übergangskanal 64 wenigstens teilweise einen Heissgaspfad 68 zur Durchleitung der Verbrennungsgase 28 durch das Hochdruckplenum 54 zu dem Einlass 66 der Turbine 30 (Fig. 1) hin.

[0039] In einer Ausführungsform enthält die Brennkammer 24 eine Strömungshülse 70, die wenigstens einen Abschnitt des Flammrohrs 60 wenigstens teilweise umgibt. Die Strömungshülse 70 ist von dem Flammrohr 60 radial getrennt, um so einen Strömungskanal 72 dazwischen zu definieren. Ein Einlass 74 zu dem Strömungskanal 72 ist an einem stromaufwärtsigen Ende 76 der Strömungshülse 70 definiert. Der Strömungskanal 72 sorgt für eine Fluidübertragung des verdichteten Arbeitsfluids 18 zwischen dem Hochdruckplenum 54 und dem Brennraum 62. In einer Ausführungsform schafft der Strömungskanal 72 eine Fluidübertragungsverbindung zwischen dem Hochdruckplenum 54 und dem Brennraum 62 über die Brennstoffdüse 58.

[0040] Fig. 3 zeigt ein Funktionsblockschaltbild einer beispielhaften Brennkammer 26, die eine Vormischkammer 78 enthält, gemäss wenigstens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 3 veranschaulicht, ist die Vormischkammer 78 stromabwärts von dem Hochdruckplenum 54 definiert. In einer Ausführungsform ist die Vormischkammer stromabwärts von dem Strömungskanal 72 und stromaufwärts von dem Brennraum 66 angeordnet. Die Vormischkammer 78 kann wenigstens teilweise durch die Brennstoffdüse 78 definiert sein.

[0041] Fig. 4 und 5 zeigen geschnittene Seitenansichten der beispielhaften Gasturbine 10, wie sie in Fig. 2 veranschaulicht ist, gemäss verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Wie in den Fig. 2, 3, 4 und 5 veranschaulicht, ist ein katalytischer Brenner oder eine Heizeinrichtung 80 innerhalb des Hochdruckplenums 54 und/oder innerhalb des Strömungskanals 72 stromaufwärts von dem Brennraum 62 und/oder stromaufwärts von der Vormischkammer 78 angeordnet, um so Wärmeenergie zu dem Arbeitsfluid 18 stromaufwärts von dem Brennraum 66 und/oder stromaufwärts von der Vormischkammer 78 zu liefern. Der katalytische Brenner 80 kann einen beliebigen Katalysator enthalten, der für eine Oxidation von Brennstoff geeignet ist, um so Wärme oder thermische Energie innerhalb des Hochdruckplenums 54, und/oder stromaufwärts von der Vormischkammer 78 freizusetzen. Zum Beispiel kann der Katalysator ein keramischer Katalysator und/oder ein metallischer Katalysator sein. Metallkatalysatoren können wenigstens ein Metall aus den Platingruppenmetallen, wie beispielsweise Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin, enthalten. Außerdem oder alternativ kann der Metallkatalysator Perowskit, Hexaaluminat oder Zeolith oder einen beliebigen sonstigen geeigneten Katalysator enthalten.

[0042] In einer Ausführungsform, wie sie in den Fig. 2 und 3 veranschaulicht ist, erstreckt sich der katalytische Brenner 80 wenigstens teilweise im Inneren des Strömungskanals 72 stromaufwärts von dem Brennraum 66. In einer bestimmten Ausführungsform, wie in Fig. 3 veranschaulicht, erstreckt sich der katalytische Brenner 80 wenigstens teilweise im Inneren des Strömungskanals 72 stromabwärts von dem Hochdruckplenum 54 und stromaufwärts von der Vormischkammer 78. Der katalytische Brenner 80 kann sich wenigstens teilweise durch das Aussengehäuse 50 und/oder die Strömungshülse 70 hindurch erstrecken. Alternativ kann der katalytische Brenner 80 mit einer (nicht veranschaulichten) Außenfläche der Strömungshülse 70 in Wärmeübertragungsverbindung stehen. Der katalytische Brenner 80 kann in dem Aussengehäuse 50 integriert sein. Der katalytische Brenner 80 kann sich wenigstens teilweise rings um wenigstens einen von einem Abschnitt des Aussengehäuses 50, einem Abschnitt des Flammrohrs 60 oder einem Abschnitt der Strömungshülse 70 erstrecken.

[0043] In einer modifizierten Ausführungsform, wie in Fig. 4 veranschaulicht, umgibt der katalytische Brenner 80 wenigstens teilweise wenigstens einen Abschnitt des Flammrohrs 60 stromaufwärts von dem Einlass 74 zu dem Strömungskanal 72. In dieser Ausführungsform ist der katalytische Brenner 80 vollständig im Inneren des Hochdruckplenums 54 angeordnet. In einer weiteren Ausführungsform, wie in Fig. 5 veranschaulicht, ist der katalytische Brenner 80 im Inneren des Hochdruckplenums 54 und vollständig innerhalb des Aussengehäuses 50 in der Nähe oder benachbart zu dem Verdichterabgabearauslass 52 angeordnet. In dieser Ausführungsform kann sich der katalytische Brenner 80 längs des Umfangs rings um einen Abschnitt der Welle 32 (Fig. 1) erstrecken. In wenigstens einer Ausführungsform, wie in Fig. 5 ver-

anschaulicht, ist eine Wärmeabschirmung 82 zwischen dem katalytischen Brenner 80 und dem Flammrohr 60 und/oder dem Übergangskanal 66 angeordnet.

[0044] In verschiedenen Ausführungsformen, wie in den Fig. 2 bis 5 veranschaulicht und wie hierin vorstehend offenbart, kann der katalytische Brenner 80 mit einer Brennstoffversorgung 84 gekoppelt sein, um so einen Brennstoff 86, wie beispielsweise Erdgas, zu dem katalytischen Brenner 80 zu liefern. In bestimmten Ausführungsformen ist der katalytische Brenner 80 mit einer Oxidationsmittelversorgung 88 verbunden, um ein Oxidationsmittel 90, wie beispielsweise einen Teil des verdichten Arbeitsfluids 18, zu dem katalytischen Brenner 80 zu liefern. Die Oxidationsmittelversorgung 88 kann das Hochdruckplenum 54 (Fig. 2, 4 und 5), den Verdichter 16 (Fig. 2) oder eine (nicht veranschaulichte) externe Oxidationsmittelquelle enthalten und/oder mit diesem bzw. dieser in Strömungsverbindung stehen. In einer Ausführungsform kann die Oxidationsmittelversorgung 88 eine Hochdruckpumpe 92 (Fig. 3) und/oder einen Hilfsverdichter 94 (Fig. 4) enthalten und/oder mit dieser bzw. diesem in Strömungsverbindung stehen, um den Druck des Oxidationsmittels 90 vor der Einleitung in den katalytischen Brenner 80 zu erhöhen.

[0045] Im Betrieb werden, wie in den Fig. 3, 4 und 5 veranschaulicht, der Brennstoff 86 und das Oxidationsmittel 90 zu dem katalytischen Brenner 80 geliefert, um eine Oxidation des Brennstoffs zu erzielen, was dadurch eine Freisetzung von Wärmeenergie 96 im Inneren des Strömungskanals 72, wie in Fig. 3 veranschaulicht, und/oder im Inneren des Hochdruckplenums 54, wie in den Fig. 4 und 5 veranschaulicht, zur Folge hat. Wie in den Fig. 3, 4 und 5 veranschaulicht, kann zusätzliche Wärmeenergie 96 durch Abgase geliefert werden, die von der Brennstoffoxidation oder dem katalytischen Verbrennungsprozess herrühren. Die Wärmeenergie 96 wird auf das verdichtete Arbeitsfluid 18 übertragen, während dieses über und/oder an dem katalytischen Brenner 80 vorbei strömt, wodurch die Temperatur des verdichten Arbeitsfluids 18 erhöht und ein erhitztes verdichtetes Arbeitsfluid 98 geliefert wird, das stromabwärts von dem katalytischen Brenner 80 und in den Brennraum 92 hinein strömt.

[0046] Die Menge der Wärmeenergie 96, die auf das verdichtete Arbeitsfluid 18 von dem katalytischen Brenner 80 übertragen wird, kann in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsbedingungen der Gasturbine 10, einschliesslich, jedoch nicht darauf beschränkt, der Umgebungstemperatur und der Lastbedingung der Gasturbine 10, gesteuert werden. Zum Beispiel ist die Temperatur des zu der Brennkammer strömenden verdichten Arbeitsfluids 18 während eines Teillastbetriebs viel geringer als während eines Grundlastbetriebs oder eines Betriebs mit voller Drehzahl und unter Vollast, wodurch der Betriebsfähigkeitsbereich der Brennkammer 26 zum Vormischen beeinflusst wird. Jedoch kann der katalytische Brenner 80 ausreichend Wärmeenergie 96 dem verdichten Arbeitsfluid 18 zuführen, um den Betriebsfähigkeitsbereich der Brennkammer zum Vormischen während Teillastbedingungen und/oder während Bedingungen bei geringer Umgebungstemperatur zu erweitern, wodurch das Emissionsverhalten verbessert wird.

[0047] In bestimmten Ausführungsformen, wie in Fig. 3 veranschaulicht, wird das erhitzte verdichtete Arbeitsfluid 98 in die Vormischkammer 78 eingeleitet, in der es sich mit dem Brennstoff 22 aus der Brennstoffversorgung 24 vermischt, um so ein erhitztes mageres vorgemischtes brennbares Gemisch 100 zu dem Brennraum 62 zu liefern, in dem es verbrannt wird. Infolgedessen werden ein Wärmeanstieg und eine Wärmefreisetzung im Inneren des Brennraums 62 und/oder über das Verbrennungssystem hinweg reduziert, wodurch das Potential für Verbrennungsdynamik reduziert wird und CO-Emissionen reduziert werden.

[0048] In einer anderen Ausführungsform, wie in Fig. 4 veranschaulicht, strömt das verdichtete Arbeitsfluid aus dem Verdichterauslass 52 in das Hochdruckplenum 54 hinein. Das verdichtete Arbeitsfluid 18 wird quer durch den katalytischen Brenner 80 geleitet, und die Wärmeenergie 96 wird auf das verdichtete Arbeitsfluid 18 übertragen, während dieses quer durch den katalytischen Brenner 80 und in den Strömungskanal 74 hinein strömt. Das erhitzte verdichtete Arbeitsfluid 98 wird anschliessend durch den Strömungskanal 72 in Richtung auf die Endabdeckung 56 geleitet. Das erhitzte verdichtete Arbeitsfluid 98 kann anschliessend durch die Brennstoffdüse 58 und/oder in die Vormischkammer 78 (Fig. 3) geführt und mit dem Brennstoff 22 vermischt werden, wodurch die Temperatur des verdichten Arbeitsfluids 18 erhöht und das erhitzte magere vorgemischte brennbares Gemisch 100 dem Brennraum 62 zugeführt wird.

[0049] In einer weiteren Ausführungsform, wie in Fig. 5 veranschaulicht, strömt das verdichtete Arbeitsfluid von dem Verdichterauslass 52 über den katalytischen Brenner 80 hinüber und in das Hochdruckplenum 54 hinein. Die Wärmeenergie 96 wird auf das verdichtete Arbeitsfluid 18 übertragen, während dieses über dem katalytischen Brenner 80 und in das Hochdruckplenum 54 hinein strömt. Das erhitzte verdichtete Arbeitsfluid 98 wird anschliessend durch den Strömungskanal 72 hindurch in Richtung auf die Endabdeckung 56 geleitet. Das erhitzte verdichtete Arbeitsfluid 98 wird anschliessend durch die Brennstoffdüse 58 und/oder in die Vormischkammer 78 (Fig. 3) hinein geführt und mit dem Brennstoff 22 vermischt, wodurch das erhitzte magere vorgemischte brennbares Gemisch 100 dem Brennraum 62 zugeführt wird.

[0050] Die verschiedenen Ausführungsformen, wie sie hierin beschrieben sind und wie sie in den Fig. 2, 3, 4 und 5 veranschaulicht sind, ergeben gegenüber existierenden Technologien verschiedene technologische Vorteile für die Erhöhung der Temperatur des verdichten Arbeitsfluids innerhalb der Brennkammer während eines Betriebs bei geringer Umgebungstemperatur und/oder während eines Teillastbetriebs der Gasturbine. Zum Beispiel ist es ein Vorteil, dass die Gasturbinenbrennkammer ohne die Unterstützung durch eine Einlasszapferwärmung in dem Magervormisch-Modus betrieben werden kann. Dies ist insbesondere in Klimabereichen mit kalter Witterung erwünscht, wo Einlasszapfwärmeschemata erforderlich sind, um die Temperatur der in das Vormisch-Verbrennungssystem der Gasturbine eintretenden Luft effektiv zu erhöhen, um zu verhindern, dass das Verbrennungssystem in einem Bereich mit starken dynamischen Druckpulsatio-

nen arbeitet. Ausserdem sorgt der katalytische Brenner für einen örtlich begrenzten und direkten Wärmeeintrag in das verdichtete Arbeitsfluid, was die Grenzbedingungen im Inneren des Brennraums während eines Betriebs bei geringer Umgebungstemperatur und/oder während eines Teillastbetriebs im Wesentlichen konstant hält, wodurch gegebenenfalls NOx-Emissionen und/oder CO-Emissionen während eines Teillastbetriebs verringert und dynamische Druckniveaus des Brennraums kontrolliert werden, die im Allgemeinen durch einen grossen Wärmeanstieg und eine grosse Wärmefreisetzung im Inneren des Brennraums hervorgerufen sind. Demzufolge ist es wahrscheinlicher, dass die Gasturbine weiter beschickt wird und online bleibt, um Leistung in ein elektrisches Stromübertragungsnetz während Schwachlastbedarfszeiten zu exportieren, wodurch Betriebs- und Instandhaltungskosten durch Reduktion der Anzahl von Gasturbinenlaufzyklen reduziert werden. Ausserdem kann das Mass der Aufheizung, die durch den katalytischen Brenner erzielt wird, in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsbedingungen gesteuert werden, zu denen einschliesslich, jedoch nicht darauf beschränkt, die Umgebungstemperatur und die prozentuale Teillast der Gasturbine gehören. Dies ermöglicht eine grössere Kontrolle.

**[0051]** Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschliesslich der besten Ausführungsart, zu offenbaren und auch um jeden Fachmann auf dem Gebiet zu befähigen, die Erfindung in die Praxis umzusetzen, wozu die Schaffung und Verwendung jeglicher Vorrichtungen oder Systeme und die Durchführung jeglicher enthaltener Verfahren gehören. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele enthalten, die Fachleuten auf dem Gebiet einfallen. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Umfang der Ansprüche enthalten sein, wenn sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem Wortsinn der Ansprüche nicht unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden gegenüber dem Wortsinn der Ansprüche enthalten.

**[0052]** Ein System zum Vorheizen eines Arbeitsfluids innerhalb einer Brennkammer enthält einen Verdichter zur Zuführung des Arbeitsfluids zu der Brennkammer. Ein Aussengehäuse ist stromabwärts von dem Verdichter angeordnet. Das Aussengehäuse definiert wenigstens teilweise ein Hochdruckplenum, das die Brennkammer wenigstens teilweise umgibt. Ein Brennraum ist im Inneren der Brennkammer stromabwärts von dem Hochdruckplenum ausgebildet. Ein katalytischer Brenner ist im Inneren des Hochdruckplenums stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet, um Wärmeenergie dem Arbeitsfluid stromaufwärts von dem Brennraum zuzuführen.

#### **Teileliste**

##### **[0053]**

- 10      Gasturbine
- 12      Einlassabschnitt
- 14      Arbeitsfluid
- 16      Verdichter
- 18      verdichtetes Arbeitsfluid
- 20      Verbrennungsabschnitt
- 22      Brennstoff
- 24      Brennstoffversorgung
- 26      Brennkammer
- 28      Verbrennungsgase
- 30      Turbine
- 32      Welle
- 34      Generator/Motor
- 36      Abgase
- 38      Auslassabschnitt
- 40      Abgasschacht
- 41-49    nicht verwendet
- 50      Gehäuse

52	Abgabearauslass
54	Hochdruckplenum
56	Endabdeckung
58	Brennstoffdüse
60	Flammrohr
62	Brennraum
64	Übergangskanal
66	Einlass
68	Heissgaspfad
70	Strömungshülse
72	Strömungskanal
74	Einlass
76	stromaufwärtiges Ende
78	Vormischkammer
80	katalytischer Brenner
82	Wärmeabschirmung
84	Brennstoffversorgung
86	Brennstoff
88	Oxidationsmittelversorgung
90	Oxidationsmittel
92	Hochdruckpumpe
94	Hilfsverdichter
96	Wärmeenergie
98	erhitztes verdichtetes Arbeitsfluid
100	mageres vorgemischtes brennbares Gemisch

#### **Patentansprüche**

1. System zur Vorheizung eines Arbeitsfluids im Inneren einer Brennkammer, das aufweist:  
einen Verdichter zur Zuführung des Arbeitsfluids zu der Brennkammer;  
ein Aussengehäuse, das stromabwärts von dem Verdichter angeordnet ist, wobei das Aussengehäuse ein Hochdruckplenum wenigstens teilweise definiert, das die Brennkammer wenigstens teilweise umgibt;  
einen Brennraum, der im Inneren der Brennkammer definiert ist, wobei der Brennraum stromabwärts von dem Hochdruckplenum angeordnet ist; und  
einen katalytischen Brenner, der innerhalb des Hochdruckplenums stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist, wobei der katalytische Brenner Wärmeenergie dem Arbeitsfluid stromaufwärts von dem Brennraum zuführt.
2. System nach Anspruch 1, wobei der Verdichter einen Abgabearauslass enthält, der sich stromaufwärts von dem Hochdruckplenum befindet, wobei der katalytische Brenner in der Nähe des Abgabearauslasses angeordnet ist.
3. System nach Anspruch 1, wobei sich der katalytische Brenner wenigstens teilweise durch das Aussengehäuse erstreckt.
4. System nach Anspruch 1, das ferner ein Flammrohr aufweist, das die Brennkammer wenigstens teilweise umgibt, wobei der katalytische Brenner einen Abschnitt des Flammrohrs wenigstens teilweise umgibt.

5. System nach Anspruch 4, das ferner eine Wärmeabschirmung aufweist, die zwischen dem katalytischen Brenner und dem Flammrohr angeordnet ist; und/oder das ferner eine Strömungshülse, die das Flammrohr umgibt, und einen Strömungskanal aufweist, der zwischen dem Flammrohr und der Strömungshülse ausgebildet ist, wobei der Strömungskanal für eine Fluidübertragung zwischen dem Hochdruckplenum und dem Brennraum sorgt, wobei der katalytische Brenner stromaufwärts von dem Strömungskanal angeordnet ist.
6. System nach Anspruch 1, das ferner eine Vormischströmungskammer aufweist, die stromabwärts von dem katalytischen Brenner und stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist.
7. System nach Anspruch 1, das ferner eine externe Oxidationsmittelversorgung aufweist, die mit dem katalytischen Brenner in Fluidübertragungsverbindung steht.
8. System nach Anspruch 1, das ferner eine Hochdruckbrennstoff Versorgung aufweist, die mit dem katalytischen Brenner in Fluidübertragungsverbindung steht.
9. Brennkammer für eine Gasturbine, die aufweist: ein Flammrohr;  
einen Brennraum, der im Inneren des Flammrohrs definiert ist;  
eine Brennstoffdüse, die stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist, wobei die Brennstoffdüse eine Vormischströmungskammer wenigstens teilweise definiert;  
ein Aussengehäuse, das das Flammrohr umgibt;  
ein Hochdruckplenum, das im Inneren des Aussengehäuses definiert ist, wobei das Hochdruckplenum sich stromaufwärts von der Vormischströmungskammer befindet; und einen katalytischen Brenner, der im Inneren des Hochdruckplenums stromaufwärts von der Vormischströmungskammer angeordnet ist.
10. Gasturbine, die aufweist:  
einen Verdichter zur Lieferung einer Strömung eines verdichteten Arbeitsfluids;  
einen Verbrennungsabschnitt, der stromabwärts von dem Verdichter angeordnet ist, wobei der Verbrennungsabschnitt ein Aussengehäuse aufweist, das ein Hochdruckplenum definiert;  
eine Turbine, die stromabwärts von dem Verbrennungsabschnitt angeordnet ist; und  
wobei der Verbrennungsabschnitt ferner aufweist:  
eine Brennkammer, die sich innerhalb des Hochdruckplenums erstreckt, wobei die Brennkammer ein Flammrohr, einen Brennraum, der im Inneren des Flammrohrs stromabwärts von dem Hochdruckplenum ausgebildet ist, und eine Brennstoffdüse aufweist, die stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist; und  
einen katalytischen Brenner, der im Inneren des Hochdruckplenums stromaufwärts von dem Brennraum angeordnet ist, wobei der katalytische Brenner Wärmeenergie der Strömung des verdichteten Arbeitsfluids zuführt.

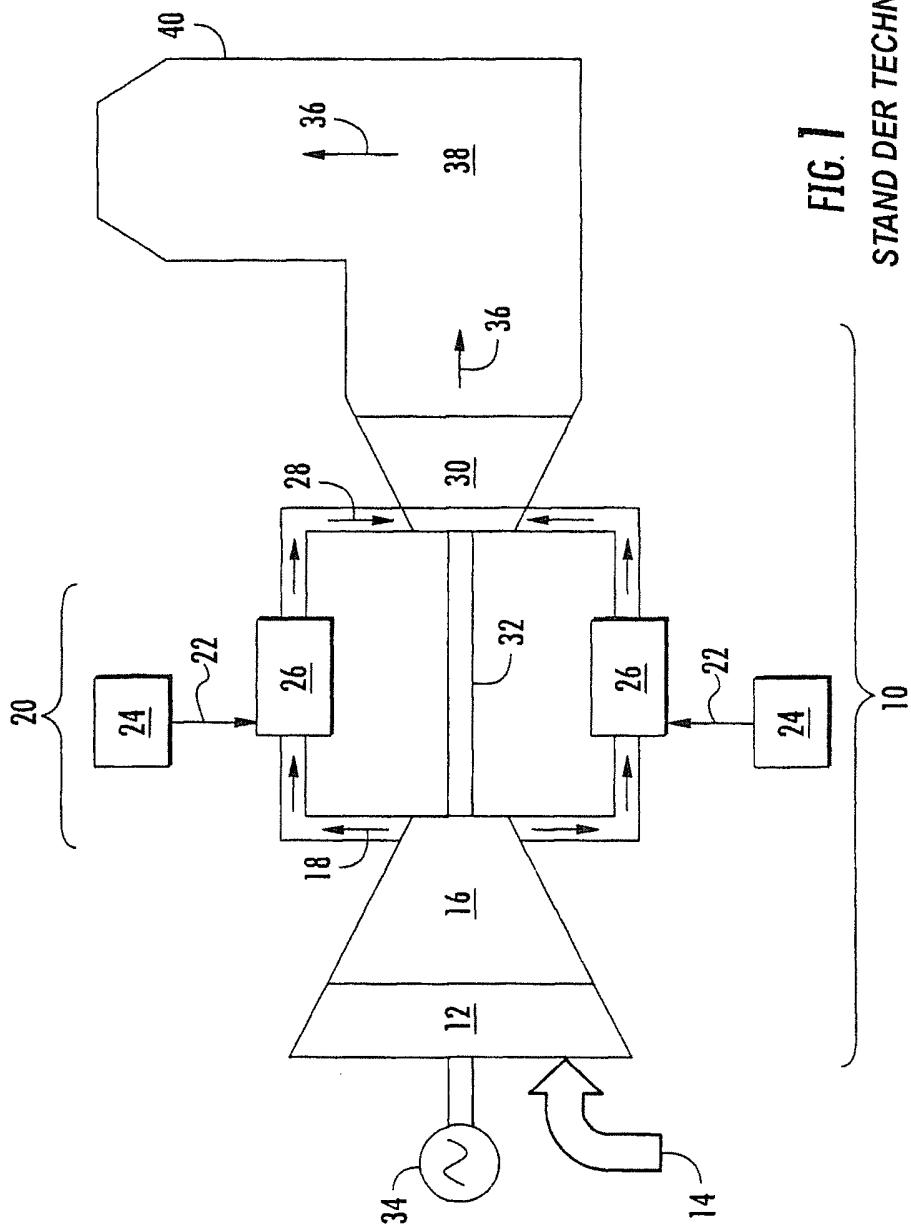


FIG. 1  
STAND DER TECHNIK

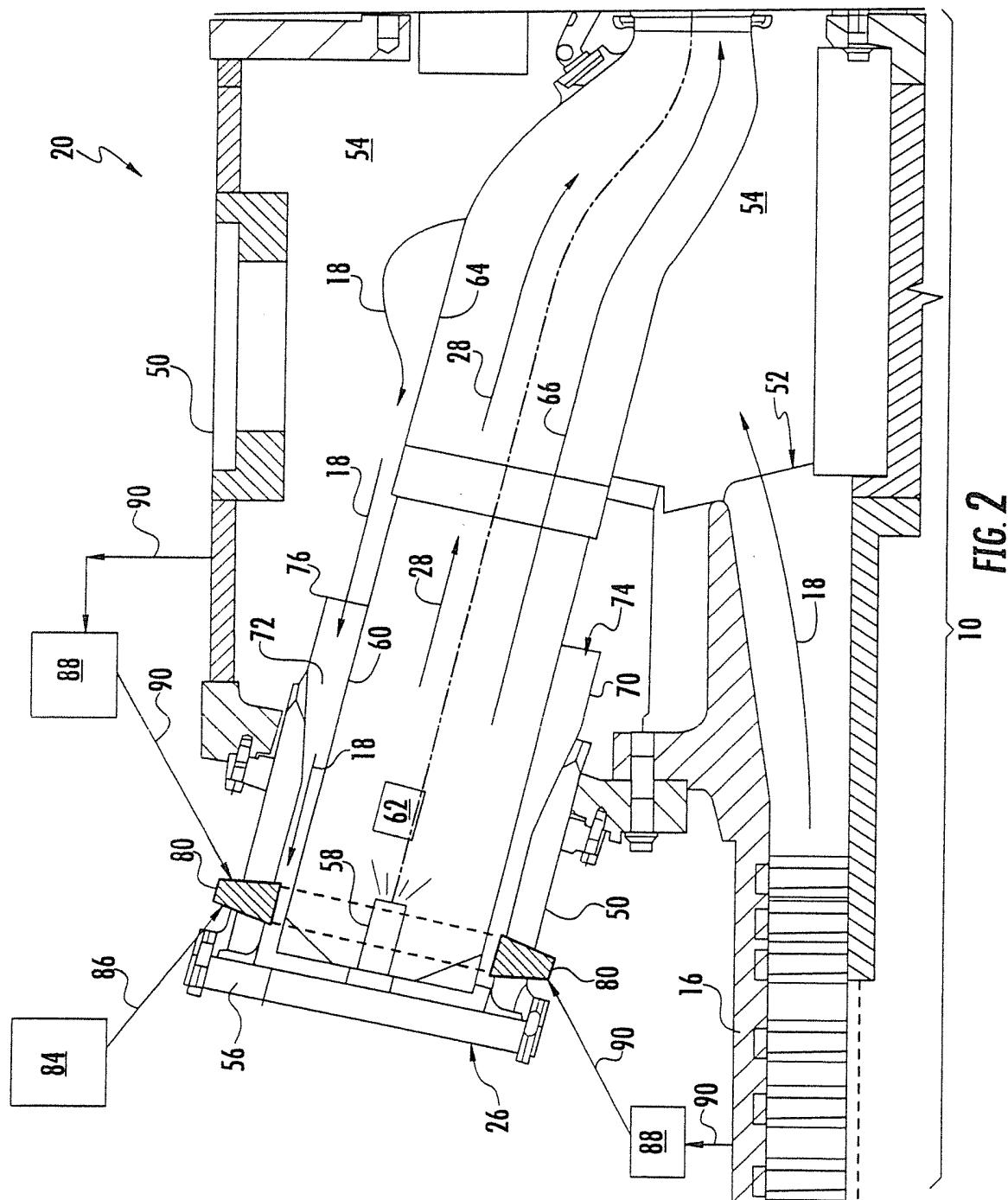


FIG. 2

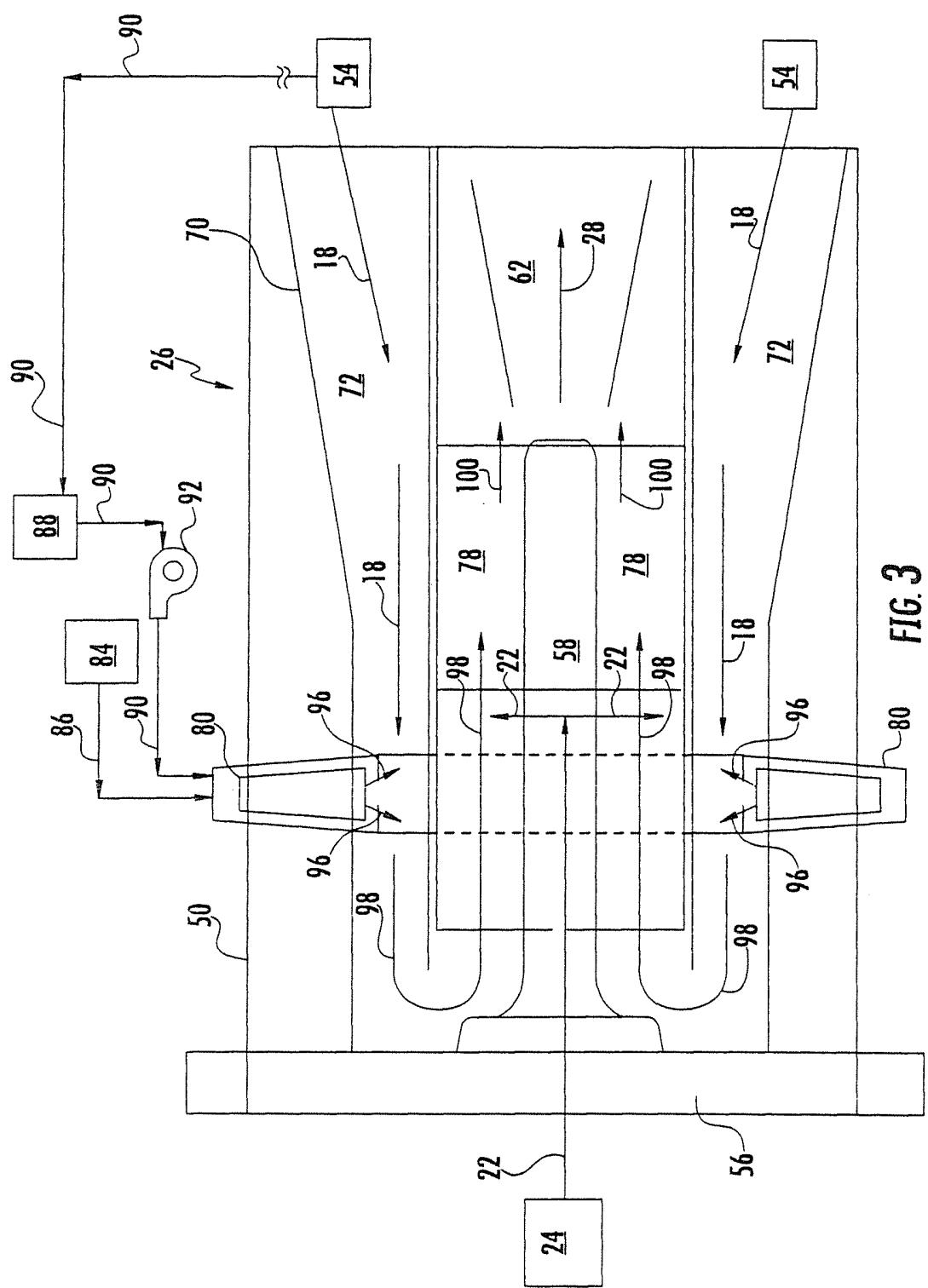


FIG. 3

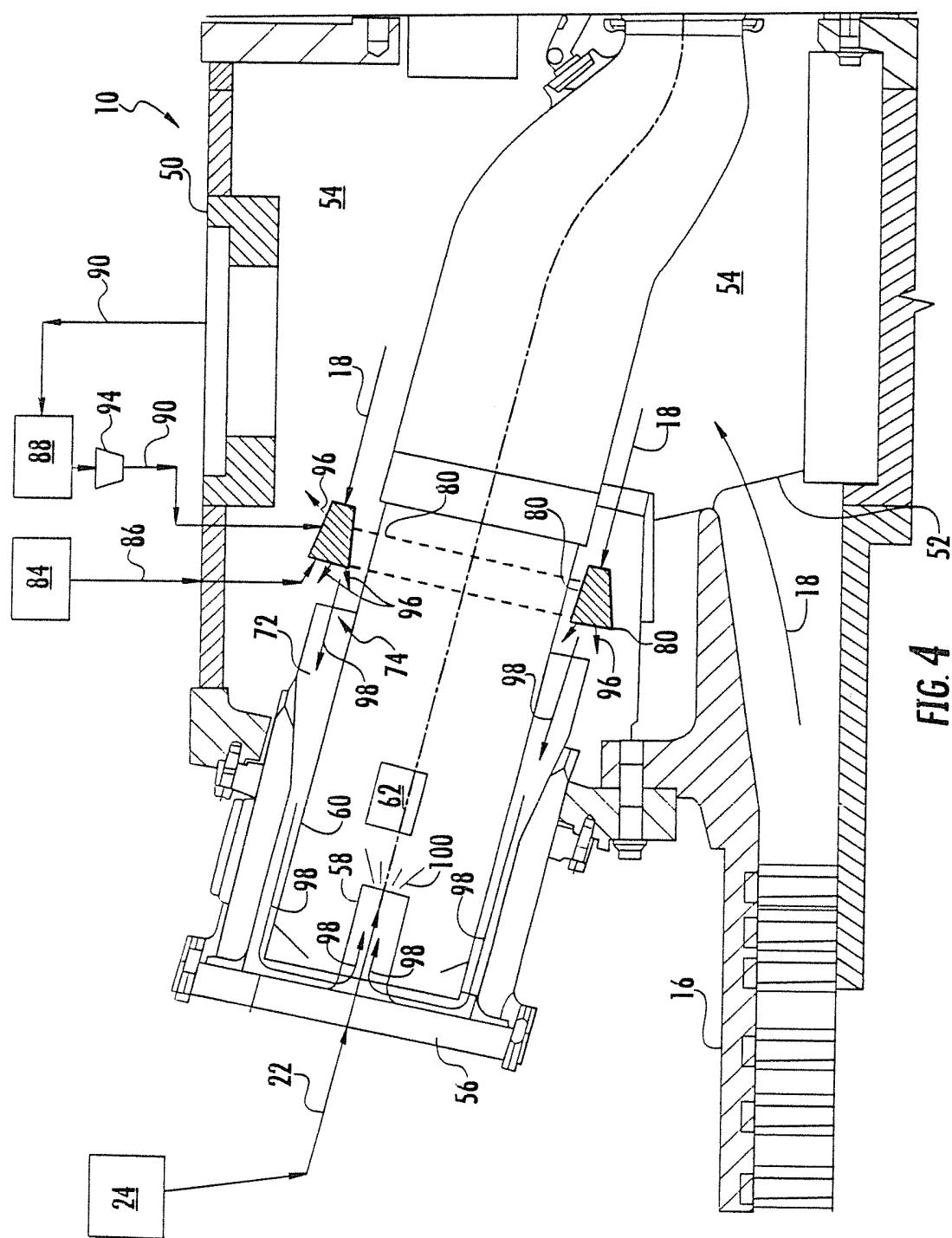


FIG. 4

