



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 29 971 T2 2004.12.16

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 802 311 B1

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: F02C 9/26

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 29 971.6

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 302 246.0

(96) Europäischer Anmeldetag: 02.04.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 22.10.1997

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 28.07.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 16.12.2004

(30) Unionspriorität:  
**635224** 17.04.1996 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:  
**United Technologies Corp., Hartford, Conn., US**

(72) Erfinder:  
**Stambaugh, Sr., Craig T., Port Saint Lucie, Florida 34953, US; Parker, Jeffrey W., Asheville, North Carolina 28804, US; Sides, Steven P., Palm Beach Gardens, Florida 33410, US**

(74) Vertreter:  
**Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München**

(54) Bezeichnung: Kraftstoffregelventil

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]** Diese Erfindung betrifft Gasturbinenmaschinen-Brennstoffsteuerungen im Allgemeinen und Gasturbinenmaschinen-Brennstoffströmungssteuerventile im Speziellen.

**[0002]** Brennstoffsteuerventile für ein Hochleistungsgasturbinen-betriebenes Flugzeug müssen mit einem hohen Grad an Genauigkeit in einem weiten Bereich von Betriebsbedingungen arbeiten. Ein Ventil, das zu der Brennkammer zu wenig oder zu viel Brennstoff dosiert, könnte eine Brennkammer "ausblasen" ("blowout", Flammausfall) lassen oder könnte eine Wiederzündung in der Brennkammer behindern. Um solche Probleme zu vermeiden, zieht die Ventilauslegung den Druckunterschied über das Brennstoffsteuerventil und die Massenströmungsrate von Fluid durch das Ventil in Betracht. Diese zwei Parameter werden im Allgemeinen benutzt, um die benötigte Funktion des Brennstoffsteuerventils in dem Flugzeugflugeinsatzbereich zu definieren. Der Druckunterschied ( $\Delta_p$ ) "über" das Ventil ist durch Konsens definiert als der Unterschied zwischen dem Druck des aus der Brennstoffpumpe ausgestoßenen Brennstoffs abzüglich Komponenten- und Rohrleitungshauptverlusten zwischen dem Pumpenauslass und dem Steuerventil ( $P_{FPD}$ ) und dem Druck des in die Brennkammer(n) abgegebenen Brennstoffs abzüglich Komponenten- und Rohrleitungshauptverlusten zwischen dem Steuerventil und der Brennkammer ( $P_{FC}$ ).

**[0003]** Die Massenströmungsrate von Fluid, welches durch das Ventil strömt, kann andererseits durch die Gleichung bestimmt werden:

$$W_f = KC_d A_v \sqrt{\Delta_p \rho}$$

wobei  $W_f$  die Massenströmungsrate von Fluid wieder gibt,  $K$  eine Konversionsfaktorkonstante wiedergibt,  $C_d$  einen Ausstoßkoeffizienten für den Ventildurchlass verlassende Strömung wiedergibt,  $A_v$  die Querschnittsfläche des Ventildurchlasses wiedergibt, und  $\rho$  die Dichte des Fluids wiedergibt. Der Ausstoßkoeffizient ( $C_d$ ) ist ein Koeffizient, der eine weniger als reibungslose/ideale Strömung durch einen Durchlass kompensiert und eine Funktion ist von: (1) der Geometrie des Durchlasses relativ zu einer stromaufwärtigen Durchgangsgeometrie; und (2) der Reynolds-Zahl des Fluids, welches durch den Durchlass strömt. Die Reynolds-Zahl des Fluids, welches durch den Durchlass strömt, trägt wiederum der Geschwindigkeit des Fluids in dem Durchlass, den Abmessungen des Durchlasses und der kinematischen Viskosität des Fluids Rechnung. In Fällen, bei denen das Verhältnis von Drücken über das Ventil ( $P_{FPD}/P_{FC}$ ) nicht größer als sechs (6) ist, kann der Ausstoßkoeffizient ( $C_d$ ) als eine Konstante für einen speziellen Punkt in dem Flugeinsatzbereich angenommen wer-

den. Dies liegt teilweise an einer relativ geringen Fluidegeschwindigkeit durch den Durchlass. In solchen Fällen kann die Massenströmungsrate von Fluid ( $W_f$ ), und daher die Leistungseinstellung der Maschine, einfach durch Ändern lediglich der Querschnittsfläche des Ventildurchlasses ( $A_v$ ) gesteuert werden.

**[0004]** In Fällen, bei denen das Verhältnis von Drücken über existierende Ventile sechs überschreitet, wird der Ausstoßkoeffizient ( $C_d$ ) häufig jedoch aufgrund von Kavitation instabil und kann nicht als eine Konstante für einen speziellen Punkt in dem Flugbetriebsbereich angesehen werden. Insbesondere ist bei Druckverhältnissen größer als sechs die Geschwindigkeit von Fluid, welches durch den Durchlass strömt, groß genug, um Kavitation zu bewirken, was wiederum verhindert, dass ein konsistenter  $C_d$ -Wert empirisch bestimmt werden kann. Eine Steuerung einer Brennstoffströmungsrate durch das Ventil muss daher in diesen Fällen mindestens zwei Variablen in Betracht ziehen, von denen eine instabil ist. Unter diesen Umständen ist eine genaue Brennstoffströmungssteuerung durch das Ventil im besten Fall schwierig.

**[0005]** Um zu vermeiden, dass man ein Verhältnis von Drücken über das Brennstoffsteuerventil von mehr als sechs hat, ist es bekannt, einen hydromechanischen Druckhöhenregulator zu verwenden, was eine Vorrichtung ist, welche dazu ausgelegt ist, einen speziellen  $\Delta_p$  über ein Brennstoffsteuerventil unter allen Bedingungen aufrechtzuerhalten. Obwohl Druckhöhenregulatoren zu dem Vorteil eines konstanten  $\Delta_p$  über das Brennstoffströmungssteuerventil führen, führen sie auch zu einigen deutlichen Nachteilen. Zum Beispiel tendieren Druckhöhenregulatoren, welche bei Hochdruckanwendungen verwendet werden, dazu, eine wesentliche Größe und ein wesentliches Gewicht zu haben, was beides nicht erwünscht ist. Druckhöhenregulatoren fügen dem Brennstoffsteuersystem auch eine zweite Komplexitätsebene hinzu; zum Beispiel benötigen sie eine Sensoreingabe zum Arbeiten und ein Strömungsventil, um eine konstante Druckhöhe über ein Dosierventil zu regulieren. Die Sensoren und Ventile in dem Druckhöhenregulator führen zu zusätzlichen potenziellen Ausfallmöglichkeiten, welche schwierig, wenn nicht unmöglich, zu diagnostizieren sind. Druckhöhenregulatoren tragen auch im wesentlichen zu den Kosten der meisten Gasturbinen-Brennstoffströmungssteuersysteme bei. Kurz ausgedrückt, stehen dem Vorteil eines konstanten  $\Delta_p$  über das Steuerventil mehrere, deutliche Nachteile entgegen.

**[0006]** US 4 876 857 zeigt ein Beispiel eines Brennstoffsteuerventils mit Einlass- und Auslassöffnungen, welche unabhängig betrieben werden.

**[0007]** Was daher benötigt wird, ist ein präzises Brennstoffsteuerventil für eine Gasturbinenmaschi-

ne, das hohe Druckunterschiede über das Ventil aufnimmt und das nicht zum Gewicht, den Kosten oder der Komplexität des Brennstoffströmungssteuersystems beiträgt.

**[0008]** In einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Ventil zum Steuern der Strömung von Brennstoff wie in Anspruch 1 beansprucht vorgesehen.

**[0009]** In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Hülse des Brennstoffströmungssteuerventils in einem Komponentengehäuse angeordnet. Das Gehäuse weist eine Fluideinlasseinrichtung und eine Fluidauslasseinrichtung jeweils ausgerichtet mit der Einlassöffnung und der Auslassöffnung der Ventilhülse auf.

**[0010]** Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass ein genaueres Brennstoffströmungssteuerventil für eine Gasturbinenmaschine bereitgestellt wird. Das vorliegende Brennstoffströmungssteuerventil ermöglicht dem Druckabfall über das gesamte Ventil, in zwei diskrete Druckabfälle unterteilt zu werden und so die durch jeden Durchlass verlaufende Fluidgeschwindigkeit zu senken. Ein Senken der Fluidgeschwindigkeit durch die Durchlässe minimiert Kavitation und die damit verbundene  $C_d$ -Instabilität.

**[0011]** Ein Unterteilen des Druckabfalls über das Ventil in zwei diskrete Abfälle hilft auch, schädliche Erosion zu vermeiden. Kavitation kann Erosion von dem Kavitationspfad benachbarter Hardware bewirken, und die Bedeutung der Erosion steigt im Allgemeinen mit dem Grad der Kavitation. Die vorliegende Erfindung hilft, Erosion zuerst durch Minimieren von Kavitation zu minimieren. Die vorliegende Erfindung minimiert auch die nachteiligen Effekte von Erosion durch Variieren des Betrags von  $\Delta_p$ , der über die Einlassöffnung auftritt, gegenüber demjenigen an der Auslassöffnung. Ein Vorsehen einer Einlassöffnungsgeometrie, welche bewirkt, dass ein höherer Prozentsatz des  $\Delta_p$  über der Einlassöffnung anstatt über der Auslassöffnung auftritt, bewirkt, dass die meiste oder die gesamte Kavitation, die auftritt, dies innerhalb des Brennstoffströmungssteuerventils tut, wo erosionsresistente Materialien eingesetzt werden können.

**[0012]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass sie für eine Verbesserung bei einem Leckageverhalten durch das Ventil sorgt. Herkömmliche Brennstoffsteuerventile mit einer einzelnen Öffnung mit einem großen Druckabfall über die Öffnung unterliegen häufig wesentlicher Leckage aufgrund von: (1) dem wesentlichen Druckunterschied über die Öffnung, welcher das Fluid antreibt; und (2) Druck-induzierter, mechanischer Verwindung, welche zu Leckpfaden für das Fluid führt. Die Leckage beeinflusst das Verhalten des Ventils negativ durch Ändern

der angestrebten Strömungsrate. Die vorliegende Erfindung hingegen unterteilt den Druckabfall über das gesamte Ventil in zwei diskrete Zonen. Der kleinere Druckabfall über jede Öffnung führt zu weniger Leckage, weil: (1) der Druckunterschied, welcher das Fluid antreibt, geringer ist; und (2) mechanische Verwindung in dem Ventil geringer ist.

**[0013]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass eine Brennstoffströmung durch das Ventil einfach zu steuern ist. Die bevorzugte Ausführungsform sieht ein Paar variabler Durchlässe vor, welche durch Verlagern entweder des Ventilblocks oder der Öffnung relativ zueinander manipuliert werden. Beide Durchlässe werden daher durch eine einzelne Betätigungsseinrichtung gesteuert, welche durch eine einzelne Positionssteuereinrichtung erfasst ist. Eine Person mit Fachkenntnissen wird erkennen, dass es ein bedeutender Vorteil ist, mechanische Vorrichtungen zu vereinfachen und die Anzahl von benötigten Steuerungen zu minimieren, wo immer dies möglich ist.

**[0014]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nun nur im Wege eines Beispiels beschrieben unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen, bei denen:

**[0015]** **Fig. 1** eine schematische Seitenansicht ist, welche die Komponentenhülse und das Brennstoffsteuerventil im Querschnitt zeigt. Das Ventil ist in einer geschlossenen Position gezeigt.

**[0016]** **Fig. 2** eine schematische Seitenansicht ist, welche die Komponentenhülse und das Brennstoffströmungssteuerventil im Querschnitt zeigt. Das Ventil ist in einer offenen Position gezeigt.

**[0017]** **Fig. 3** eine schematische Draufsicht ist, welche die Komponentenhülse im Querschnitt zeigt. Das Ventil ist in einer geschlossenen Position gezeigt.

**[0018]** Bezugnehmend auf **Fig. 1** weist ein Brennstoffströmungssteuerventil **10** für eine Gasturbinemaschine (nicht gezeigt) einen Ventilblock **12**, der in einer Hülse **14** angeordnet ist, eine Einrichtung **16** zum Verlagern entweder der Hülse **14** oder des Ventilblocks **12** relativ zueinander, und eine Einrichtung **17** zum Erfassen der Verlagerung der Hülse **14** oder des Ventilblocks **12** relativ zueinander auf. Die Hülse **14** ist in einem Komponentengehäuse **18** angeordnet, welches an der Peripherie einer Gasturbinemaschine angebracht ist. Die Hülse **14** ist zylindrisch geformt und weist ein Paar von Einlassöffnungen **20**, ein Paar von Auslassöffnungen **22** und einen internen Hohlraum **24** auf. Jede Einlassöffnung **20** ist diametral gegenüber der anderen Einlassöffnung **20**. Jede Auslassöffnung **22** ist diametral gegenüber der anderen Auslassöffnung **22**. "O"-Ringe **26**, welche in der Außenfläche **30** der Hülse **14** angeordneten

Nuten **28** positioniert sind, dichten zwischen dem Komponentengehäuse **18** und der Hülse **14** ab.

**[0019]** Der Ventilblock **12** weist ein Paar von Einlassperren **32** und ein Paar von Auslassperren **34** auf. Die Sperren **32, 34** sind um einen Abstand separiert, der ausreicht, um eine Kommunikation mit den Einlass- und Auslassöffnungen **20, 22** zu ermöglichen, wenn der Ventilblock **12** in der Hülse **14** angeordnet ist. Die Geometrien der Öffnungen **20, 22** (siehe **Fig. 3**) und Sperren **32, 34** sind derart gewählt, dass für Strömungscharakteristiken für jedwede zur Verfügung stehende Anwendung gesorgt wird. Insbesondere können verschiedene Geometrien zu verschiedenen Strömungsraten von Änderungen führen, wenn der Ventilblock **12** und die Hülse **14** relativ zueinander versetzt werden; z. B. eine Stufenfunktionsänderung oder eine exponentielle Änderung oder eine lineare Änderung bei der Strömungsrate. Bei den in den **Fig. 1** bis **3** gezeigten Ausführungsformen ist der Ventilblock **12** zylindrisch geformt und weist Öffnungen **36** auf, welche zwischen den Einlass- und Auslassgattern **32, 34** angeordnet sind. "O"-Ringe **38**, welche in der Außenfläche **42** des Ventilblocks angeordneten Nuten **40** positioniert sind, dichten zwischen der Hülse **14** und dem Ventilblock **12** ab.

**[0020]** Das Komponentengehäuse **18** weist einen Einlasskanal **44** und einen Auslasskanal **46** auf, welche in einer Bohrung **48** zum Aufnehmen der Hülse **14** angeordnet sind. Die Kanäle **44, 46** sind durch Passageneinrichtungen **50, 52** verbunden, welche Brennstoff ermöglichen, in den Einlasskanal **44** einzutreten und aus dem Auslasskanal **46** auszuströmen. Wenn die Hülse **14** in der Bohrung **48** aufgenommen ist, bildet jeder Kanal **44, 46** einen Ring um die Peripherie der Hülse **14**. Die zuvor genannten "O"-Ringe **26**, welche in der Außenfläche **30** der Hülse **14** angeordnet sind, dichten zwischen dem Komponentengehäuse **18** und der Hülse **14** ab.

**[0021]** Die Einrichtung **16** zum Verlagern entweder der Hülse **14** oder des Ventilblocks **12** relativ zu dem/der anderen ist als eine elektromechanische Vorrichtung **54** vom Solenoid-Typ gezeigt. Der Kolben **56** des Solenoids **54** ist an dem Ventilblock **12** angebracht und kann derart betätigt werden, dass der Ventilblock **12** relativ zu der Ventilhülse **14** verlagert wird. Alternativ kann der Solenoid **54** an der Hülse **14** angebracht sein zum Versetzen der Hülse **14** relativ zu dem Ventilblock **12**. Andere Linearaktuatoren einschließlich eines hydraulischen Aktuators, der mit einem hydraulischen Servoventil (nicht gezeigt) gekoppelt ist, können alternativ eingesetzt werden. Eine lineare Verlagerung entweder der Hülse **14** oder des Ventilblocks **12** relativ zu dem/der anderen kann als axiale Verlagerung beschrieben werden.

**[0022]** Die Einrichtung **17** zum Erfassen einer Verlagerung der Hülse **14** oder des Ventilblocks **12** relativ

zu dem/der anderen ist ein linearer, variabler Verlagerungswandler **19** (linear variable displacement transducer, LVDT), schematisch in den **Fig. 1** bis **3** gezeigt. Ein Fachmann erkennt, dass eine Vielzahl von LVDTs **19** zum Erfassen einer linearen Verlagerung zur Verfügung stehen einschließlich magnetischer, optischer und elektrischer Vorrichtungen. In allen Fällen ist die Ausgabe des LVDT **19** kalibriert, um die Position des Ventilblocks **12** und der Hülse **14** relativ zueinander anzugeben.

**[0023]** Beim Betrieb des Brennstoffströmungssteuerventils **10** kann das Ventil **10** bei einer geschlossenen Position gestartet werden, wie in **Fig. 1** gezeigt. In der geschlossenen Position sind die Einlass- und Auslassperren **32, 34** jeweils ausgerichtet mit den Einlass- und Auslassöffnungen **20, 22** und verhindern so eine Fluidströmung durch die Öffnungen **20, 22** in den Hohlraum **24** der Hülse **14**. Die "O"-Ringe **26**, welche zwischen der Außenfläche **30** der Hülse **14** und dem Komponentengehäuse **18** angeordnet sind, hindern Treibstoff daran, in den Hohlraum **24** der Hülse **14** oder das Komponentengehäuse **18** einzudringen, egal ob irgendein Leckagepfad zwischen der Hülse **14** und dem Gehäuse **18** existiert oder nicht.

**[0024]** In der vollständig offenen Position hindern die Einlassperren **32** die Brennstoffströmung **57** (siehe **Fig. 2**) nicht daran, in den Hohlraum **24** der Hülse **14** über die Einlassöffnung **20** anzutreten. In gleicher Weise hindern die Auslassperren **34** die Brennstoffströmung **58** nicht daran, den Hohlraum **24** über die Öffnungen **36** und die Auslassöffnungen **22** zu verlassen. Weniger als eine maximale Brennstoffströmungsrate kann erreicht werden, indem der Ventilblock **12** relativ zu der Hülse **14** (oder umgekehrt) derart verlagert wird, dass ein Teil der Sperren **20, 22** mit den Öffnungen **32, 34** ausgerichtet ist und so die Strömungspassage durch diese hindert. Folglich sind die Einlass- und Auslassöffnungen **20, 22** erste und zweite variable Durchlässe. In allen Fällen ist ein Referenzsignalwert, der in einer Steuerung (nicht gezeigt) gespeichert ist, einer speziellen Ventilposition und einem Brennstoffströmungsbetrag zugeordnet.

**[0025]** Der Ventilblock **12** wird versetzt, bis das LVDT-Signal **19** positiv mit dem Referenzsignalwert übereinstimmt.

**[0026]** In den Hohlraum **24** über die Einlassöffnungen **20** eintretender Brennstoff wird durch einen Druckunterschied zwischen dem die Brennstoffpumpe (nicht gezeigt) verlassenden Brennstoff und den Brennstoff in dem internen Hohlraum **24** der Hülse **14** angeregt. Ein Drucksensor **58** in Verbindung mit der Kavität **24** wird verwendet, um den Druck in dem Hohlraum **24** zu bestimmen. Den Hohlraum **24** über die Auslassöffnung **22** verlassender Brennstoff wird durch einen Druckunterschied zwischen dem Brenn-

stoff in dem Hohlraum **24** und dem Brennstoff in der (den) Gasturbinenmaschinenbrennkammer(n) (nicht gezeigt) angeregt.

**[0027]** Abhängig von der Anwendung des Brennstoffströmungssteuerventils **10** kann es vorteilhaft sein, entweder die Einlass- oder die Auslassöffnungen **20, 22** derart einzurichten, dass sie als eine Drosseldüse arbeiten, und dass die jeweils anderen als eine Dosierdüse arbeitet. Wenn die Einlassöffnung **20** als eine Drossel wirkt und die Auslassöffnung **22** als ein Dosiermeter wirkt, kann der Druckunterschied zwischen dem internen Hohlraum **24** und der (den) Brennkammer(n) (nicht gezeigt) verwendet werden, um die Brennstoffströmungsrate durch das gesamte Ventil **10** zu berechnen. Ein Messen der Brennstoffströmungsrate über nur eine der Einlass- oder Auslassöffnungen **20, 22** eliminiert jedwede Ungenauigkeiten, welche mit dem zusätzlichen Durchlass verbunden sein können; z. B. Querschnittsflächenungenaugkeiten der Öffnung, Druckdifferenzungenaugkeiten, etc.

**[0028]** Auf jeden Fall kann das Ventil **10** derart konfiguriert und betrieben werden, dass der Druckabfall über die Einlassöffnung **20** größer ist als derjenige über die Auslassöffnung **22**. Dies bewirkt, dass Kavitation in dem Brennstoffversorgungssystem im wesentlichen in dem Ventil **10** auftritt, wo erosionsresistente Materialien benutzt werden können.

**[0029]** Obwohl diese Erfindung mit Bezug auf deren detaillierte Ausführungsformen gezeigt und beschrieben wurde, werden Fachleute verstehen, dass verschiedene Änderungen in Form und Detail daran durchgeführt werden können, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel wurde die Betätigung entweder des Ventilblocks **12** oder der Hülse **14** relativ zu dem/der anderen hierin zuvor als lineare Betätigung beschrieben. In einer alternativen Ausführungsform kann entweder der Ventilblock **12** oder die Hülse **14** relativ zu dem/der anderen rotiert werden, um die Öffnungen **20, 22** des Ventils **10** zu öffnen und zu schließen. Ein rotierendes Verlagern entweder der Hülse **14** oder des Ventilblocks relativ zu dem/der anderen kann als radiale Verlagerung beschrieben werden. In der oben beschriebenen Ausführungsform wurden sowohl die Hülse **14** als auch der Ventilblock **12** als zylindrisch geformt beschrieben. In alternativen Ausführungsformen kann die Hülse **14** oder der Ventilblock **12** oder beide nicht-zylindrische Formen annehmen.

**[0030]** Aus der obigen Beschreibung ist ersichtlich, dass die vorliegende Erfindung in ihren bevorzugten Ausführungsformen ein Brennstoffsteuerventil zur Verfügung stellt, welches eine Brennstoffströmung präzise dosiert, welches große Druckdifferenzen über das Ventil aufnimmt, welches einfach zu steuern ist und welches Erosion aufgrund von Kavitation mi-

nimiert.

### Patentansprüche

1. Ventil (**10**) zum Steuern der Brennstoffströmung in einer Gasturbinemaschine, aufweisend: eine Hülse (**14**) mit einer Einlassöffnung (**20**) und einer Auslassöffnung (**22**), welche in der Wand der Hülse (**14**) angeordnet sind; und einen Ventilblock (**12**) mit einer Einlasssperrre (**32**) und einer Auslasssperrre (**34**);

wobei entweder die Hülse (**14**) oder der Ventilblock (**12**) relativ zu dem Ventilblock (**12**) bzw. der Hülse (**14**) verschoben werden kann aus einer geschlossenen Position, bei der die Sperren (**32; 34**) die Öffnungen (**20, 22**) schließen und so Fluidströmung durch das Ventil (**10**) durch die Öffnungen (**20, 22**) verhindern;

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Einlassöffnung (**20**) in der Wand der Hülse (**14**) angeordnet ist; und

dass entweder die Hülse (**14**) oder der Ventilblock (**12**) relativ zu dem Ventilblock (**12**) bzw. der Hülse (**14**) aus der geschlossenen Position zu einer Mehrzahl von offenen Positionen verlagert werden kann, in jeder von denen die Sperren (**32, 34**) die Öffnungen (**20, 22**) weniger als vollständig schließen und so eine Fluidströmung durch das Ventil (**10**) über die Öffnungen (**20, 22**) ermöglichen.

2. Ventil nach Anspruch 1, wobei die Hülse (**14**) ferner aufweist:

einen internen Hohlraum (**24**) in Kommunikation mit den Einlass- und Auslassöffnungen (**20, 22**);

wobei Fluid, welches in einer der offenen Positionen in das Ventil eintritt, in das Ventil (**10**) über die Einlassöffnung (**20**) eintritt und in den internen Hohlraum (**24**) strömt; und

wobei Fluid, welches das Ventil (**10**) in einer der offenen Positionen verlässt, aus dem internen Hohlraum (**24**) strömt und das Ventil über die Auslassöffnung (**22**) verlässt.

3. Ventil nach Anspruch 2, ferner aufweisend: eine Einrichtung (**58**) zum Messen von Fluiaddruck in dem internen Hohlraum (**24**).

4. Ventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Hülse (**14**) im wesentlichen zylindrisch geformt ist und der Ventilblock (**12**) verschiebbar in der Hülse (**14**) aufgenommen ist.

5. Ventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei entweder die Hülse (**14**) oder der Ventilblock (**12**) relativ zu dem Ventilblock (**12**) bzw. der Hülse (**14**) axial verschoben werden kann.

6. Ventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Ventilblock (**12**) zylindrisch geformt ist.

7. Ventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner aufweisend:  
eine Einrichtung (16) zum Verlagern entweder der Hülse (14) oder des Ventilblocks (12) relativ zu dem Ventilblock (12) bzw. der Hülse (14) zwischen der geschlossenen Position und der Mehrzahl von offenen Positionen.

8. Ventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner aufweisend:  
ein Gehäuse (18) mit einem Einlasskanal (44) und einem Auslasskanal (46), welche in einer Bohrung (48) in dem Gehäuse angeordnet sind, wobei die Kanäle (44, 46) Durchgangseinrichtungen (50, 52) aufweisen, durch welche Fluid in den Einlasskanal (44) und aus dem Auslasskanal (46) heraus strömen kann; wobei die Hülse (14) und die Einlass- und Auslasskanäle (44, 46) jeweils einen Einlassring und einen Auslassring bilden, wenn die Hülse (14) in der Bohrung (48) aufgenommen ist.

9. Ventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner aufweisend:  
eine Einrichtung (17) zum Erfassen der Position entweder der Hülse (14) oder des Ventilblocks (12) relativ zu dem Ventilblock (12) bzw. der Hülse (14).

10. Ventil nach einem der vorangehenden Ansprüche:  
wobei die Einlassöffnung (20) und die Einlasssperre (32) einen ersten, variablen Durchlass (20) bilden; wobei die Auslassöffnung (22) und die Auslasssperre (34) einen zweiten variablen Durchlass (22) bilden; ferner aufweisend:  
eine Einrichtung (16) zum Betätigen der variablen Durchlässe im Gleichlauf; und  
eine Einrichtung (17) zum Erfassen der Position der variablen Durchlässe;  
wobei die Durchlässe zusammen durch die Einrichtung zum Betätigen betätigt werden können von einer geschlossenen Position, in der die Durchlässe eine Fluidströmung durch das Ventil verhindern, zu einer Mehrzahl von offenen Positionen, in denen die Durchlässe eine Fluidströmung durch das Ventil weniger als vollständig verhindern.

11. Brennstoffversorgungssystem für eine Gasturbinemaschine, welches ein Ventil (10) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

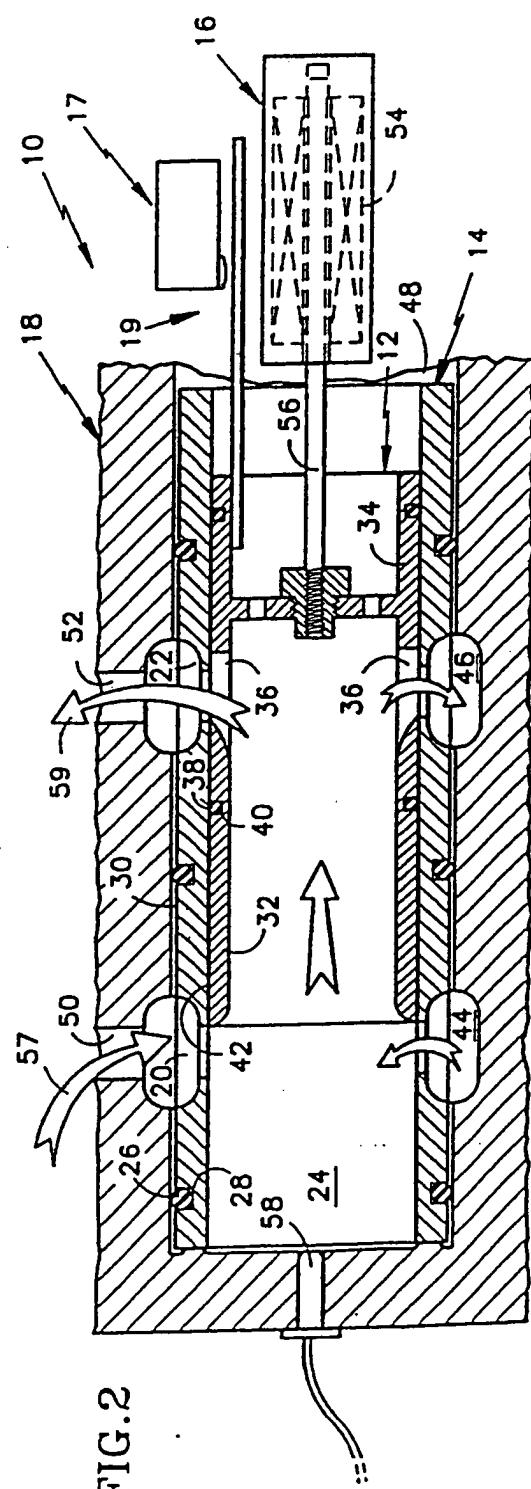
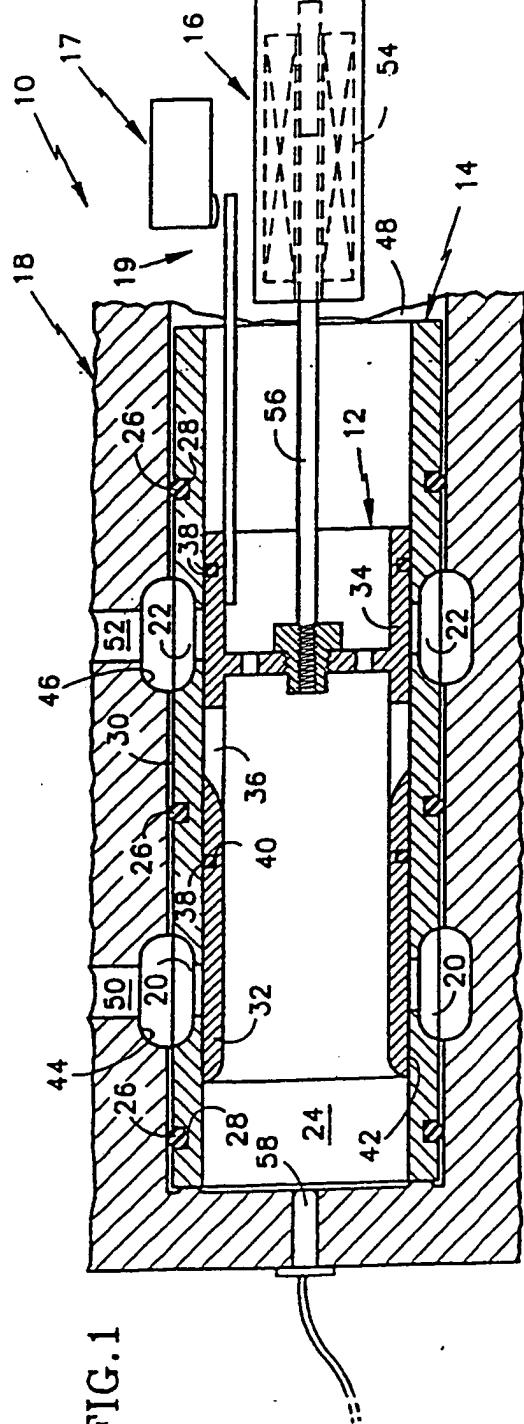


FIG. 1

FIG. 2

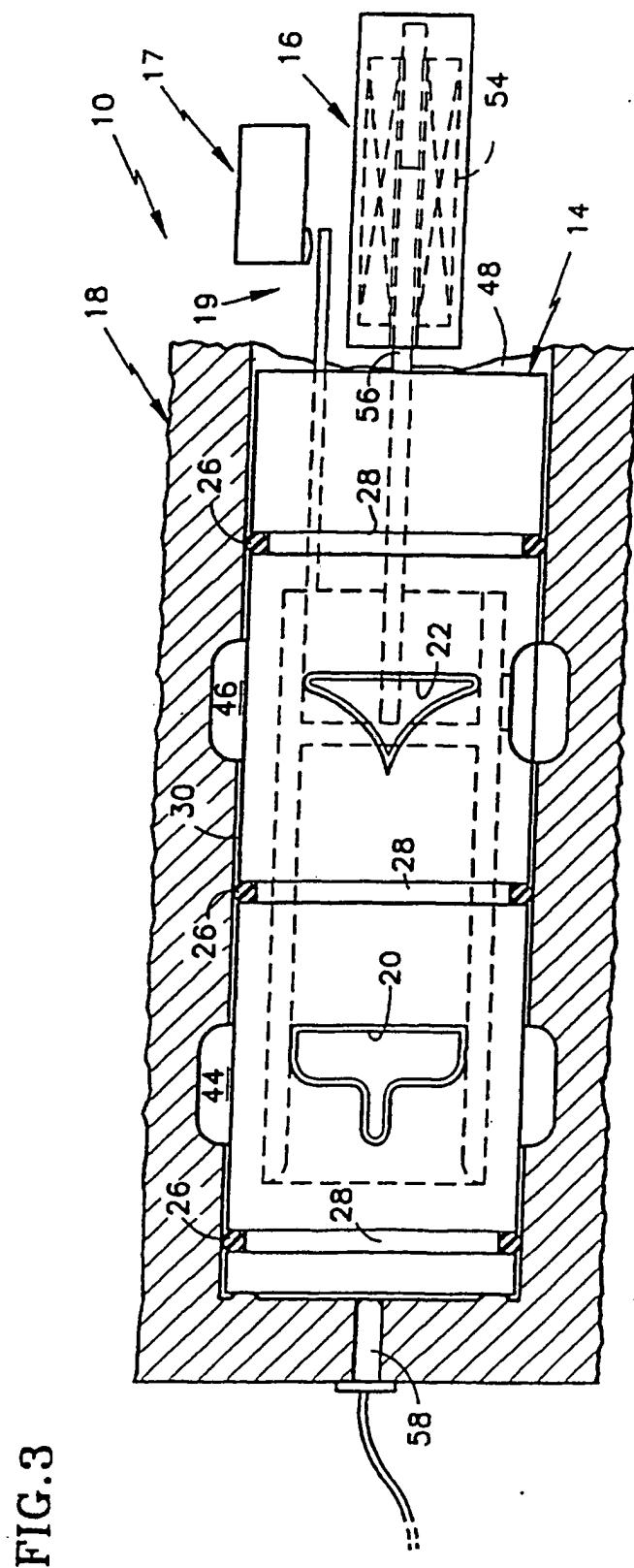


FIG.3