



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 016 830 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.07.2000 Patentblatt 2000/27

(51) Int Cl.7: **F23R 3/42, F23R 3/02**

(21) Anmeldenummer: **99811182.7**

(22) Anmeldetag: **21.12.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Keller, Jakob J.**
(CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Business Services Ltd. (SLE-I)
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)

(30) Priorität: **29.12.1998 DE 19860583**

(71) Anmelder: **ABB ALSTOM POWER (Schweiz) AG**
5401 Baden (CH)

(54) **Brennkammer für eine Gasturbine**

(57) Bei einer Brennkammer (13,14,18,22) für eine Gasturbine, in welcher Brennkammer (13,14,18,22) Brennstoff mit einem in die Brennkammer (13,14,18,22) eintretenden Luftstrom (10) vermischt und anschließend verbrannt wird, und der entstehende Verbrennungsluftstrom (33) stromab der Brennkammer (13,14,18,22) einer Turbine zugeführt wird, wird ein schnelles und effizientes Vermischen von Luftstrom und Brennstoff dadurch bewirkt, dass die Brennkammer

(13,14,18,22) einen ringförmigen Diffusor (13) aufweist, in welchen der Luftstrom (10) eintritt, dass stromab des Diffusors (13) und mit diesem in Verbindung stehend mindestens eine im wesentlichen ringförmige toroidale Kammer (14) angeordnet ist, dass stromab der ringförmigen toroidalen Kammer (14) und über deren Umfang verteilt Mischröhren (22) abzweigen, und dass stromab der Mischröhren (22) ein ringförmiger Brennraum (18) angeordnet ist, in welchen die Mischröhren (22) einmünden.

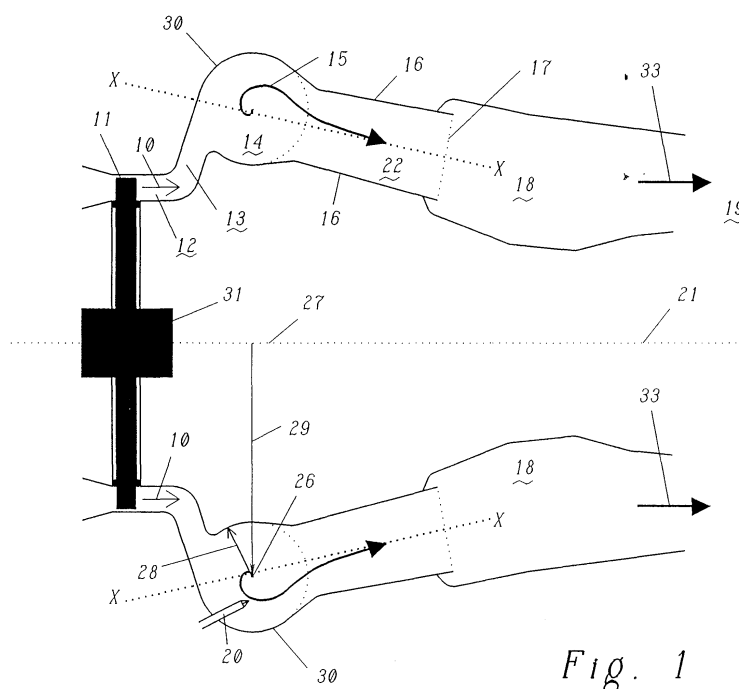


Fig. 1

EP 1 016 830 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinen. Sie betrifft eine Brennkammer für eine Gasturbine, in welcher Brennkammer Brennstoff mit einem in die Brennkammer eintretenden Luftstrom vermischt und anschliessend verbrannt wird, und der entstehende Verbrennungsluftstrom stromab der Brennkammer einer Turbine zugeführt wird.

STAND DER TECHNIK

[0002] Gasturbinen werden heute häufig derart konstruiert, dass der hindurchgeführte Luftstrom durch zwei Brennkammern und entsprechend zweimal über Turbinen geleitet wird. Die angesaugte Luft wird dabei zunächst über eine Verdichtergruppe geführt, und anschliessend in eine Primärbrennkammer geleitet, wo zugeführtes Brennstoff-Luft-Gemisch gezündet und verbrannt wird. Aus der Primärbrennkammer strömt die heisse Verbrennungsluft über eine erste Turbine, und wird stromab der ersten Turbine einer Sekundärbrennkammer zugeführt, wo Brennstoff und nötigenfalls weitere Zuluft beigemischt wird und das Gemisch zündet. Da die aus der ersten Turbine ausströmenden Gase häufig sehr heiss, d.h. oberhalb der Selbstzündungstemperatur der Brennstoffe sind, kann in der Sekundärbrennkammer meist auf aktive Zündung verzichtet werden. Stromab der Sekundärbrennkammer befindet sich dann eine zweite Turbine, über welche die heissen Verbrennungsgase aus der Sekundärbrennkammer strömen.

[0003] Aus Platzgründen und zur technischen Vereinfachung werden bei derartigen Gasturbinen die einzelnen Komponenten meist in Serie entlang einer Hauptachse der Gasturbine angeordnet. Eine solche Gasturbogruppe ist beispielsweise aus der EP 0 620 362 A1 bekannt. Die einzelnen Kanäle für die Luftströme und die Brennkammern werden dabei meist alle im wesentlichen in Form von Hohlzylindern, welche um die Achse der Gasturbine herumgreifen, ausgebildet.

[0004] Sekundärbrennkammern für derartige Gasturbinen sind in der Regel verhältnismässig einfach gestaltet, da sie keine Brenner benötigen, sondern der Brennstoff nach einer geeigneten Verwirbelung der aus der ersten Turbine austretenden heissen Luft einfach über Düsen in den Luftstrom eingedüst werden kann, und sich das Gemisch nach einer charakteristischen Zeit von selbst entzündet. Eine einfache, hohlzylindrisch ausgebildete Sekundärbrennkammer ist beispielsweise aus der EP 0 669 500 A1 bekannt.

[0005] Infolge der u.a. wegen der kurzen Selbstzündungszeiten von insbesondere gasförmigen Brennstoffen notwendigerweise hohen Machzahlen in Sekundärbrennkammern treten in diesen häufig thermoakustische Oszillationen grosser Amplitude auf. Ausserdem stellt sich die Problematik der schnellen und effektiven Vermischung von Luft und Brennstoff in der Brennkammer unter Vermeidung von Strömungsrückfluss. Meist werden dazu spezifische wirbelerzeugende Elemente vorgesehen. Des weiteren muss insbesondere in neuerer Zeit bei der Vermischung und der Verbrennungsführung darauf geachtet werden, dass die Emissionswerte innerhalb gesetzlich zulässiger Schranken bleiben.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Brennkammer für Gasturbinen zu schaffen, welche Nachteile der bekannten Lösungen vermeidet und sich insbesondere durch gute und effiziente Vermischung von Brennstoff und zugeführter Luft auszeichnet.

[0007] Die Aufgabe wird bei einer Brennkammer der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Brennkammer einen ringförmigen Diffusor aufweist, in welchen der Luftstrom eintritt, dass stromab des Diffusors und mit diesem in Verbindung stehend mindestens eine im wesentlichen ringförmige toroidale Kammer angeordnet ist, dass stromab der ringförmigen toroidalen Kammer und über deren Umfang verteilt Mischröhren abzweigen, und dass stromab der Mischröhren ein ringförmiger Brennraum angeordnet ist, in welchen die Mischröhren einmünden. Der Kern der Erfindung besteht darin, durch die Kombination von Diffusor, ringförmig toroidaler Kammer und Mischröhren eine vormischende Struktur zur Verfügung zu stellen, in welcher sich hindurchströmende Luft in optimaler Weise, d.h. schnell und effizient mit Brennstoff vermischen lässt. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass die vorgeschlagene Konfiguration in reduziertem Masse zu thermoakustischen Oszillationen neigt.

[0008] Eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Brennkammer ist dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer als Sekundärbrennkammer ausgelegt ist, und dass die Gasturbine eine Primärbrennkammer, eine stromab der Primärbrennkammer wirkende erste Turbine, eine stromab der ersten Turbine wirkende Sekundärbrennkammer, sowie eine stromab der Sekundärbrennkammer wirkende zweite Turbine aufweist. Der Einsatz der Brennkammer als Sekundärbrennkammer ist vorteilhaft, da gerade bei derartiger Verwendung bei hohen Machzahlen kurze Mischzeiten erforderlich sind. Insbesondere wenn die Zündung, wie in einer weiteren Ausführungsform beschrie-

ben, in der Sekundärbrennkammer durch Selbstzündung erfolgt, ist das schnelle und rückstromfreie Mischen in der vorgeschlagenen Anordnung vorteilhaft, und es kann so eine kontrollierte Verbrennung im Bereich des Ausgangs der Mischröhren in den Brennraum oder im Brennraum gewährleistet werden.

[0009] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Brennkammer nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Diffusor derart ausgestaltet ist, dass der parallel zur Gasturbinenachse strömende und in die Brennkammer eintretende Luftstrom zunächst in im wesentlichen radiale Richtung abgelenkt wird, und dass der Diffusor in tangentialer Weise an die ringförmig toroidale Kammer angreift, so dass sich der in die ringförmig toroidale Kammer eintretende Luftstrom im Torus aufrollt und um die ringförmige Torusnebenachse wirbelt. Werden nun weiterhin bevorzugt die Mischröhren auf der im wesentlichen dem Diffusor entgegengesetzten Seite in im wesentlichen zur Achse der Gasturbine paralleler Weise angebracht, so treffen jeweils vor den Mischröhren zwei Wirbel unterschiedlichen Schraubendrehsinns aufeinander, und strömen dann unter gegenseitiger Vermischung und Vernichtung der Wirbel durch die Mischröhren. Dies ergibt die Möglichkeit, wie in einer weiteren Ausführungsform beschrieben, im oder vor dem Bereich dieser Vermischung der gegenläufigen Wirbel Mittel vorzusehen, mit welchen Brennstoff in den Luftstrom eingedüst werden kann. So kann der Mischprozess kurz gehalten und die Zündungsfront auf den gewünschten Ort eingestellt werden.

[0010] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Brennkammer ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0011] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 einen axialen Längsschnitt durch einen Teil einer Gasturbine mit Sekundärbrennkammer;

Fig. 2 eine Teilansicht eines Schnittes entlang der Konusebene X-X aus Figur 1 in einer Ansicht von aussen nach innen; und

Fig. 3 die Wirbelzahl (swirl number) als Funktion des kleinen Torusradius (small radius of torus) in Metern.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die vorgeschlagene Gestaltung der Brennkammer beruht unter anderem auf dem spektakulären Vereinigungs- und Mischverhalten von kollidierenden, mit gegenläufig Drehsinn rotierenden, subkritischen Wirbeln. Dieses Phänomen wurde am Strömungsverhalten vor und in radialen Ausgangsrohren von Dampfturbinen entdeckt. Es zeigt sich nämlich dort, dass nur bei Anbringung von radialen Ausgangsrohren ein möglichst verlustfreies Ausströmen der rotierenden Luft möglich ist, während bei einfachen Öffnungen Verluste infolge von Verwirbelungen auftreten. Eine detaillierte Betrachtung des Verhaltens der Luftströmung vor und in einem solchen radialen Ausgangsrohr zeigt, dass vor den Rohren jeweils zwei mit gegenläufigem Drehsinn schraubend rotierende, subkritische Wirbel kollidieren, und sich die Rotation der zwei Wirbel innerhalb einer Distanz von weniger als einem Durchmesser des Ausgangsrohrs vollständig gegenseitig aufhebt.

[0013] Während normalerweise bei Brennkammern und insbesondere bei Sekundärbrennkammern nach dem Stand der Technik wirbelerzeugende Elemente wie Verwirbelungsbleche oder Störungslofteintritte vorgesehen werden müssen, um eine schnelle und effektive Vermischung von Luft und Brennstoff zu gewährleisten, beruht die Vermischung in der vorgeschlagenen Brennkammer auf einer Strukturierung und Führung der Strömungskanäle, welche eine kontrollierte Wirbelbildung und Vermischung der hindurchströmenden Luft inhärent ergibt.

[0014] Das neue Konzept ist in Figur 1 anhand einer Sekundärbrennkammer schematisch dargestellt. Figur 1 zeigt einen Längsschnitt entlang der Achse 21 einer Gasturbine. Im wesentlichen erhält man dabei die gesamte dreidimensionale Brennkammerstruktur indem man den Schnitt um die Achse 21 rotiert, d.h. es handelt sich bei den Kanalisierungskomponenten mit Ausnahme der Mischrohre 22 um axialsymmetrische Teile um die Achse 21 der Gasturbine. Der heiße, aus der ersten Brennkammer, der Primärbrennkammer, austretende Luftstrom strömt bei der dargestellten Gasturbine zunächst über eine erste Turbine 11, welche in einem Lager 31 gelagert ist. Stromab der ersten Turbine 11 befindet sich eine kurze hohlzylindrische Ausströmleitung 12, durch welche der Luftstrom aus der ersten Turbine 10 parallel zur Achse 21 der Gasturbine hindurchströmt. Die Ausströmleitung 12 ist dabei bevorzugt gerade so lang, dass sich das axiale hohlzylindrische Strömungsprofil im Luftstrom 10 wieder erholen kann. Stromab der Ausströmleitung 12 befindet sich ein Diffusor 13, in welchem der Luftstrom kontrolliert von der axialen Richtung abgelenkt wird. Die Ablenkung geschieht dabei in Figur 1 nach aussen in beinahe radiale Richtung, es ist aber grundsätzlich auch denkbar, die Ablenkung nach innen vorzunehmen. Die Krümmung des Diffusors 13 kann mit Hilfe der inversen Eulergleichungen optimiert werden. Es geht im Diffusor 13 im wesentlichen darum, die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des

Luftstroms ungefähr zu halbieren.

[0015] Der Diffusor 13 stösst stromabwärts in tangentialer Weise an eine ringförmig toroidale Kammer 14 an. Der Torus 14 ist senkrecht zur Achse 21 des Generators angeordnet, mit einem grossen Torusradius 29 um die Achse 21, d.h. die Torushauptachse 27 und die Achse 21 des Generators fallen zusammen. Die Kreislinie des grossen Torusradius 29 bildet die ringförmige Torusnebenachse 26, und die Torusaussenwand 30 wird durch einen kleinen Torusradius 28 um die ringförmige Torusnebenachse 26 gebildet. Infolge des tangentialen Einstromens des Luftstroms aus dem Diffusor 13 in die ringförmig toroidale Kammer 14 wird der Luftstrom in kontrollierter Weise um die ringförmige Torusnebenachse 26 umgelenkt und rollt sich in Form eines Torus nach innen auf, so wie das aus dem ersten Abschnitt der Trajektorie 15 des Wirbelzentrums in Figur 1 ersichtlich ist.

[0016] Stromabwärts der ringförmigen toroidalen Kammer 14 befinden sich eine Mehrzahl von Mischröhren 22, welche senkrecht zur ringförmigen Torusnebenachse 26 von der Kammer 14 abzweigen und auf dem Umfang der Kammer 14 verteilt sind. Durch diese Mischröhren 22 strömt der im Torus 14 aufgerollte Luftstrom aus der ringförmig toroidalen Kammer 14 ab. Die Mischröhren 22 sind zylindrisch oder wenigstens teilweise konisch ausgebildet und weisen vorzugsweise einen Radius im Bereich des kleinen Torusradius 28 auf. Stromab der Mischröhren 22 befindet sich der eigentliche Brennraum 18, welcher wieder im wesentlichen als Hohlzylinder um die Achse 21 ausgebildet ist, und stromab dieses Brennraums 18 ist eine zweite Turbine angeordnet.

[0017] Figur 2 zeigt einen Teil eines konischen Schnittes durch die Kammer 14 und die Mischröhren 22 entlang der Ebene X-X in Figur 1 in Sicht von aussen nach innen. Anhand dieses Schnittes lässt sich das Verhalten des Luftstromes in der Kammer 14 und den Mischröhren 22 illustrieren. Betrachtet man der Einfachheit halber den Luftstrom, der genau mittig zwischen zwei Mischröhren 22 tangential aus dem Diffusor 13 in die Kammer 14 eintritt, so trennt sich dieser in zwei nach links und nach rechts ausweichende Wirbel 24 und 25 auf, welche unterschiedlichen Schraubendreh Sinn haben, 24 entspricht dabei einer linksdrehenden Schraube, 25 einer rechtsdrehenden. Jeder der Teilwirbel 24 und 25 "schraubt" sich nun in Richtung der nächstgelegenen Mischröhre 22, um dort aus der Kammer 14 ausströmen zu können. Wenn die geometrischen Abmessungen richtig gewählt werden, findet Strömungsumkehr, wenn überhaupt, nur in den stromaufwärts der Mischröhren 22 liegenden Bereichen der ringförmig toroidalen Kammer 14 auf. Unmittelbar von den Mischröhren 22 treffen nun jeweils zwei mit unterschiedlichem Schraubendreh Sinn behaftete Wirbel aufeinander. Sobald die zwei Wirbelzentren in die Mischröhren 22 eintreten, hört jede Strömungsumkehr auf, und es bilden sich jet-artige Wirbelzentren. An einer bestimmten Stelle im Bereich des Eingangs der Mischröhren nähern sich die gegenläufigen Wirbel maximal an und genau in diesem Bereich setzt nun der heftige Vereinigungsprozess der beiden Wirbel ein, wobei sich die Verwirbelung vollständig aufhebt. Diese vollständige Aufhebung erfolgt üblicherweise innerhalb einer Distanz von weniger als einem Durchmesser der Mischröhren 22, und sie bringt die vollständige Vermischung der beiden Luftströme mit sich.

[0018] Gerade in dem Bereich, wo sich die beiden Wirbel maximal annähern, sollen vorteilhafterweise Düsen 32 angeordnet werden, mit welchen flüssiger oder gasförmiger Brennstoff eingedüst werden kann. Auf diese Weise wird eine optimale Vermischung von Brennstoff und Luft unter sicheren Bedingungen erreicht. Flüssiger Brennstoff kann auch durch Düsen 20, welche an der den Mischröhren 22 gegenüberliegenden Wandungsseiten der ringförmig toroidalen Kammer 14 angebracht sind, in den Luftstrom eingedüst werden. Je nach Ort der Eindüsung, nach Selbstzündungscharakteristik des eingedüsten Brennstoffes, nach Temperatur des Luftstromes und nach Strömungsgeschwindigkeit bildet sich durch Selbstzündung des Gemisches infolge der hohen Lufttemperatur eine Flammenfront, welche entweder beim Bereich des Ausgangs der Mischröhren 22 oder dahinter im Brennraum 18 zu liegen kommen kann.

[0019] Um die Dimensionierung der einzelnen Komponenten gezielt optimieren zu können, ist es vorteilhaft, die Wirbelzahländerungen des vorliegenden Konzeptes mit denjenigen solcher Bauarten zu vergleichen, für welche experimentelle Daten vorhanden sind. Die für die Kollision von subkritischen Wirbeln relevante Wirbelzahl kann folgendermassen gefunden werden. Erhaltung des Volumenflusses verlangt, dass gilt

$$A_I u_I = A_E u_E,$$

wobei A_I und A_E die Querschnittflächen des tangentialen Eingangs des Diffusors 13 in die ringförmige toroidale Kammer 14 und die Querschnittfläche 23 der Mischröhren 22, und u_I und u_E die entsprechenden Strömungsgeschwindigkeiten sind. Mit Hilfe des Exzentrizitätsradius' r_I des tangentialen Eingangs und der effektiven Geschwindigkeitskomponente w_E des Wirbels beim Ausgang kann die Bedingung für Drehimpulserhaltung folgendermassen ausgedrückt werden:

$$r_I u_I = \sqrt{\frac{A_E}{\pi}} w_E.$$

[0020] Entsprechend kann die Wirbelzahl ξ der kollidierenden Wirbel ausgedrückt werden als

$$\xi = \frac{w_E}{u_E} = \frac{r_I \sqrt{A_E \pi}}{A_I}.$$

Tabelle 1

Grösse	Einheit	Wert
Massenfluss	kg/s	450.4
Dichte	kg/m ³	3.81
Anzahl Mischröhren		12
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	140
Grosser Torusradius	m	1.4
Kleiner Torusradius	m	0.15
Weite des Eintrittsschlitzes	m	0.12
Volumenfluss	m ³ /s	118.215
Durchmesser der Mischröhren beim Ausgang	m	0.2993
Gesamte Austrittsfläche	m ²	0.8444
Radius des tangentialen Eingangs	m	1.25
Gesamte Fläche des Eingangsschlitzes	m ²	0.9425
Strömungsgeschwindigkeit beim Ausgangsschlitz	m/s	125.43
Fläche des Eingangsschlitzes pro Wirbelarm, A_I	m ²	0.03927
Exzentrizitätsradius, r_I	m	0.09
Querschnittsfläche des Wirbelarms, A_E	m ²	0.07069
Wirbelzahl		1.08

[0021] Tabelle 1 gibt die Werte für eine Sekundärbrennkammer mit 12 Mischröhren 22 mit jeweils einem Ausgangsradius von 300mm. Der grosse Radius der Ausgänge der über die Kammer 14 kreisförmig um die Achse 21 verteilten Mischröhren 22 ist dabei 1161 mm, was eine umfangsmässige Beabstandung der Mischröhren von etwas mehr als zweimal einem Mischröhrendurchmesser ergibt.

Tabelle 2

Grösse	Einheit	Wert 1	Wert 2
Grosser Torusradius	m	0.0675	0.0675
Kleiner Torusradius	m	0.0275	0.0275
Weite des Eintrittsschlitzes	m	0.0085	0.0135
Radius des tangentialen Eingangs	m	0.04425	0.04675
Fläche des Eingangsschlitzes pro Wirbelarm, A_I	m ²	0.01182	0.001983
Exzentrizitätsradius, r_I	m	0.02325	0.02075
Querschnittsfläche des Wirbelarms, A_E	m ²	0.002376	0.002376
Wirbelzahl		1.70	0.90

[0022] Vergleicht man den in Tabelle 1 gegebenen Wert für die Wirbelzahl von 1.08 mit den in Tabelle 2 gegebenen experimentellen Werten für Ausgänge von Dampfturbinen, so sieht man, dass dort Wirbelzahlen von 0.9 bis 1.7 auftreten. Im Fall eines "twin-combustor" der Anmelderin, mit einer Fläche des Eingangsschlitzes pro Wirbelarm, A_I , von 0.010278m², einem Exzentrizitätsradius, r_I , von 0.04375m und einer Querschnittsfläche des Wirbelarms, A_E , von 0.047144m² tritt eine hohe Wirbelzahl von $\xi=1.64$ auf.

[0023] Um einen optimalen Kompromiss zwischen schnellem Mischen und relativ unwichtigen Domänen von Strömungsumkehr stromaufwärts des Wirbelzentrums zu haben, sollte die Wirbelzahl ξ im Bereich von 1 liegen. Die wohl beste Strategie dafür ist die Variation des kleinen Torusradius 28 stromaufwärts der Mischröhren 22, wobei man mit einem Startwert von 150mm beginnen kann. Figur 3 zeigt die Wirbelzahl (swirl number) als Funktion des kleinen Torusradius' 28 (small radius of torus) in Metern, wobei alle anderen Werte gleich gehalten werden wie in Tabelle 1 gegeben. Man sieht, dass sich die Wirbelzahl stark ändern lässt, indem man den kleinen Torusradius 28 variiert, erfahrungsgemäss zeigt es sich, dass optimalerweise der kleine Torusradius 28 nicht stark vom typischen Mischröhrenradius abweichen sollte.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0024]

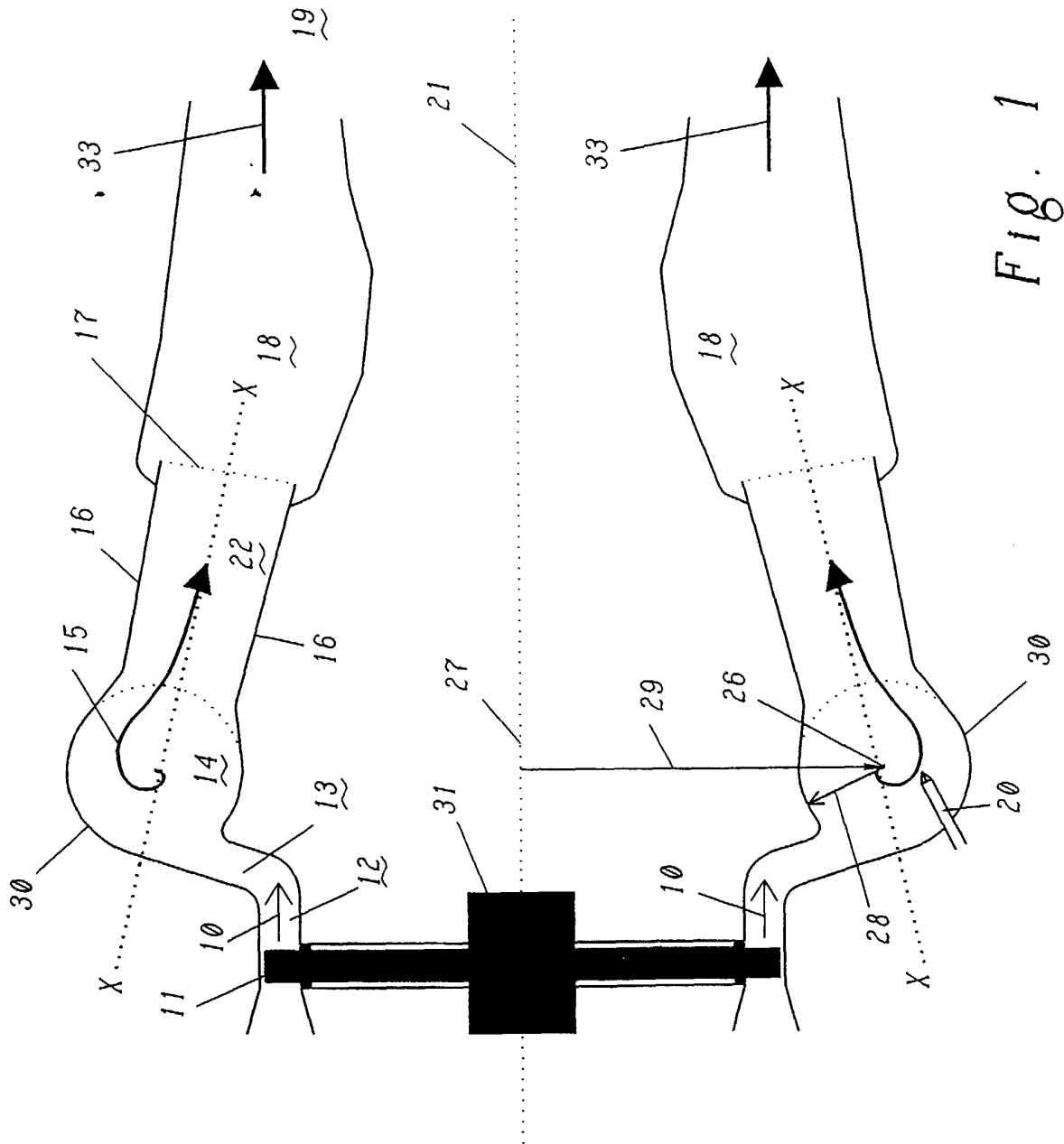
- 10 Luftstrom aus erster Turbine
- 11 erste Turbine
- 12 Ausstömleitung der ersten Turbine
- 13 Diffusor
- 14 ringförmig toroidale Kammer
- 15 Trajektorie des Wirbelzentrums
- 16 Wandung der Mischröhre
- 17 Ausgang der Mischröhre
- 18 Brennraum
- 19 Ausgang von 18 zur zweiten Turbine
- 20 Einspritzdüse für flüssigen Brennstoff
- 21 Achse der Gasturbine
- 22 Mischröhre
- 23 Querschnittsfläche der Mischröhre
- 24,25 gegenläufig rotierende Teilströme des Luftstroms
- 26 Torusnebenachse
- 27 Torushauptachse
- 28 kleiner Torusradius
- 29 grosser Torusradius
- 30 Torusaussenwand
- 31 Lager der ersten Turbine
- 32 Einspritzdüsen für Brennstoff
- 33 Verbrennungsluftstrom

Patentansprüche

1. Brennkammer (13,14,18,22) für eine Gasturbine, in welcher Brennkammer (13,14,18,22) Brennstoff mit einem in die Brennkammer (13,14,18,22) eintretenden Luftstrom (10) vermischt und anschliessend verbrannt wird, und der entstehende Verbrennungsluftstrom (33) stromab der Brennkammer (13,14,18,22) einer Turbine zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Brennkammer (13,14,18,22) einen ringförmigen Diffusor (13) aufweist, in welchen der Luftstrom (10) eintritt, dass stromab des Diffusors (13) und mit diesem in Verbindung stehend mindestens eine im wesentlichen ringförmige toroidale Kammer (14) angeordnet ist, dass stromab der ringförmigen toroidalen Kammer (14) und über deren Umfang verteilt Mischröhren (22) abzweigen, und dass stromab der Mischröhren (22) ein ringförmiger Brennraum (18) angeordnet ist, in welchen die Mischröhren (22) einmünden.
2. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer als Sekundärbrennkammer (13,14,18,22) ausgebildet ist, und dass die Gasturbine eine Primärbrennkammer, eine stromab der Primärbrennkammer wirkende erste Turbine (11), eine stromab der ersten Turbine (11) wirkende Sekundärbrennkammer (13,14,18,22), sowie eine stromab der Sekundärbrennkammer (13,14,18,22) wirkende zweite Turbine aufweist.
3. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündung des Brennstoff-Luft-Gemisches durch Selbstzündung erfolgt, und dass sich der Bereich der Selbstzündung beim Ausgang (17) der

Mischröhren (22) in den Brennraum (18) oder im Brennraum (18) befindet.

4. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige toroidale Kammer (14) eine ringförmige Torusnebenachse (26) aufweist, welche mit einem grossen Torusradius (29) um eine Torushauptachse (27) verläuft, und bei welcher ringförmigen toroidalen Kammer (14) eine Torusaussenwand (30) mit einem kleinen Torusradius (28) um die Torusnebenachse (26) gebildet wird, und dass die Torushauptachse (27) im wesentlichen parallel zur Achse (21) der Gasturbine ausgerichtet ist.
5. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischröhren (22) im wesentlichen konisch oder zylindrisch ausgebildet sind, und dass die Achsen der Mischröhren (22) ausserhalb der Ebene der ringförmigen toroidalen Kammer (14) und im wesentlichen senkrecht zur ringförmigen Torusnebenachse (26) angeordnet sind.
6. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius der Mischröhren (22) im Bereich oder insbesondere bevorzugt gleich wie der kleine Torusradius (28) ausgebildet ist.
7. Brennkammer (13,14,18,22) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärbrennkammer eine Ringbrennkammer ist, dass zwischen der ersten Turbine (11) und dem Diffusor (13) eine als Hohlzylinder ausgebildete Ausströmleitung (12) angeordnet ist, und dass die Achse der Ausströmleitung (12) parallel zur Achse (21) der Gasturbine verläuft.
8. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Diffusor (13) derart ausgebildet ist, dass der durch die Ausströmleitung (12) parallel zur Achse (21) der Gasturbine strömende Luftstrom (10) vom Diffusor (13) abgelenkt wird, und dass insbesondere bevorzugt diese Ablenkung in im wesentlichen radial zur Achse (21) der Gasturbine verlaufender Richtung bewirkt wird.
9. Brennkammer (13,14,18,22) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Diffusor (13) in tangentialer Weise an die ringförmig toroidale Kammer (14) angreift.
10. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Diffusor (13) derart ausgebildet ist, dass der Luftstrom (10) vom Diffusor (13) im wesentlichen radial nach aussen umgeleitet wird, und dass der Diffusor (13) in tangentialer Weise von innen an die ringförmige toroidale Kammer (14) angreift.
11. Brennkammer (13,14,18,22) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischröhren (16) im wesentlichen der Eintrittsöffnung des Diffusors (13) in die ringförmige toroidale Kammer (14) gegenüber angeordnet sind, und dass sie im wesentlichen parallel zur Achse (21) der Gasturbine ausgerichtet sind.
12. Brennkammer (13,14,18,22) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass entweder auf der den Mischröhren (16) abgewandten Rückseite der ringförmigen toroidalen Kammer (14) oder im zentralen Bereich der Mischröhren (16) stromab der ringförmigen toroidalen Kammer (14) Mittel (20,32) angeordnet sind, mit welchen flüssiger Brennstoff eingedüst werden kann.
13. Brennkammer (13,14,18,22) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass im zentralen Bereich der Mischröhren (16) stromab der ringförmigen toroidalen Kammer (14) Mittel (32) angeordnet sind, über welche gasförmiger Brennstoff eingedüst werden kann.



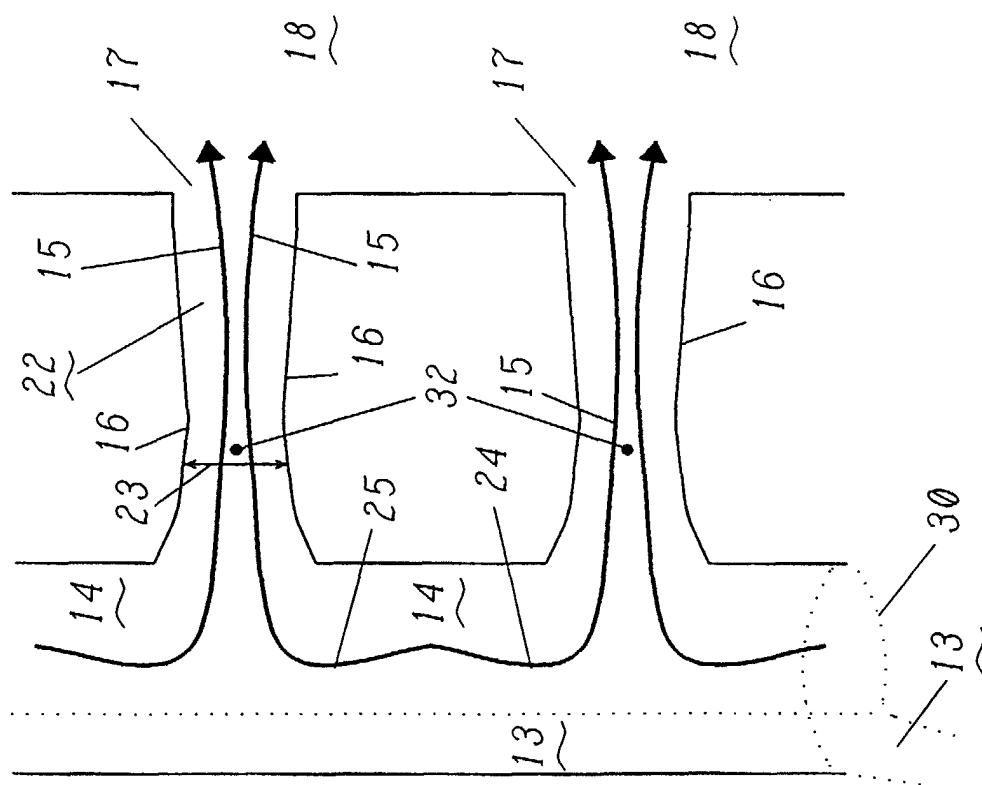


Fig. 2

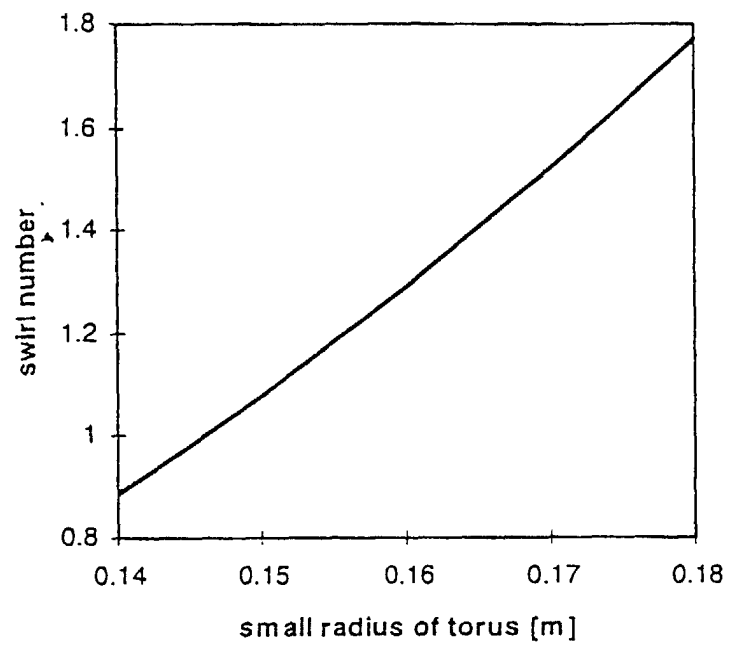


Fig. 3