

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 870 990 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

**14.10.1998 Patentblatt 1998/42**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F23R 3/52**

(21) Anmeldenummer: **97810167.3**

(22) Anmeldetag: **20.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL  
PT SE**

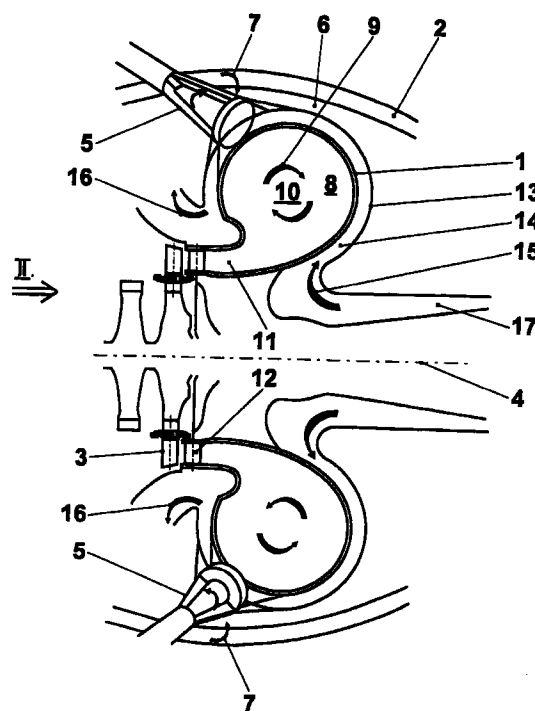
(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG  
5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:

- **Keller, Jakob, Prof. Dr.  
5605 Dottikon (CH)**
- **Suter, Roger  
8001 Zürich (CH)**

### (54) Gasturbine mit toroidaler Brennkammer

(57) Bei einer Brennkammer einer Gasturbogruppe weist der Innenraum (8) dieser Brennkammer (1) eine ringförmig toroidale Form auf. Auf den Umfang dieser Brennkammer sind eine Anzahl mit dem Innenraum in Wirkverbindung stehenden Brenner (5) angeordnet, welche eine Drallströmung (9) auslösen. Diese bildet dann ihrerseits einen Vortex-Kern (10), der die Stabilität der Flammenfront gewährleistet.



**FIG. 1**

**EP 0 870 990 A1**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammer gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Brennkammer.

### Stand der Technik

Brennkammern von modernen Gasturbogruppen werden vorzugsweise als Ringbrennkammern ausgelegt. In Strömungsrichtung werden sie axial zwischen Verdichter und Turbine angeordnet, wobei darauf geachtet wird, dass die dort gebildeten Heissgase zwischen den beiden Strömungsmaschinen, im Normalfall zwischen Verdichter und Turbine, strömungs- und verbrennungstechnisch optimal geführt werden. Dies führt regelmässig dazu, dass solche Ringbrennkammern eine verhältnismässig lange axiale Erstreckung aufweisen, sollen insbesondere die verbrennungstechnischen Vorgaben resp. Minimalanforderungen erfüllt werden. Die verbrennungstechnischen Aspekte üben einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die absolute axiale Länge solcher Brennkammern aus. Regelmässig ist die Länge einer Hauptringbrennkammer ausschlaggebend für die Konzeption der ganzen Gasturbogruppe, so beispielsweise, ob dann für die Rotorabstützung mehr als zwei Lager vorgesehen werden müssen, oder ob die Gasturbogruppe zweifelhaft ausgelegt werden muss. Eine Akzentuierung dieser Ausgangslage ergibt sich dann, wenn die Gasturbogruppe mit einer sequentieller Befeuerung betrieben wird; dann sind die axialen Längen der beiden ringförmig konzipierten Brennkammern ausschlaggebend für die Machbarkeit und weitgehend auch für die marktfähige Akzeptanz solcher Maschine. Die aus dem Stand der Technik bekanntgewordenen Gasturbogruppen mit Ringbrennkammern weisen aus obengenannten Ueberlegungen durchwegs eine respektable Länge auf, wodurch der weitere Schritt zu einem qualitativen Sprung betreffend Kompaktheit dieser Anlagen verbaut bleibt.

Zudem ist hinzuweisen, dass langgestreckte Brennkammern dazu neigen, Pulsationen innerhalb der Brennraumstrecke zu initiieren, wobei diese Pulsationen dann negativ den Betrieb der Brenner beeinflussen, insbesondere wenn diese Vormischbrenner mit einer integrierten Vormischstrecke arbeiten und als Flammenhalter eine Rückströmzone aufweisen.

### Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Brennkammer der eingangs genannten Art Vorkehrungen vorzuschlagen, welche mindestens die obenaufgelisteten Nachteile zu

beheben vermögen.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Brennkammer unter Aufrechterhaltung einer hochstehenden Verbrennung hinsichtlich des Wirkungsgrades und der Minimierung der Schadstoff-Emissionen eine äusserst kompakte axiale Länge aufweist, dergestalt, dass ebendiese Brennkammer im Verbund mit den Strömungsmaschinen einer Gasturbogruppe keinen gewichtigen Einfluss mehr auf die Rotorlänge ausübt.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass diese Brennkammer von grundsätzlich einfachstem Aufbau ist. Ihre verbrennungs- und strömungstechnische Konzeption lässt einen optimalen strömungsmässigen Betrieb bei der Beaufschlagung der nachgeschalteten Turbine zu.

Diese Brennkammer ist geometrisch gesehen im wesentlichen von toroidaler Konfiguration, wobei gewisse Abweichungen von einer idealen Torusform zulässig sind. Eine solche Brennkammer lässt sich problemlos zwischen zwei beliebigen Strömungsmaschinen anordnen. Des weiteren ist die erfindungsgemässe Brennkammer geradezu prädestiniert, als Retrofit-Einheit beispielsweise an Stelle einer Silobrennkammer bei bestehenden Gasturbinen eingebaut zu werden.

Darüber hinaus entfaltet diese Brennkammer, insbesondere bei Vormischverbrennungen, im Hinblick auf eine Maximierung des Wirkungsgrades und Minimierung der Schadstoff-Emissionen, ihre volle Stärke.

Dadurch, dass der Verbrennungsprozess innerhalb dieser Brennkammer ganzheitlich in einem toroidalen kompakten Raum abläuft, lassen sich gleichzeitig mehrere strömungstechnische Vorteile erzielen, welche bis anhin nur durch die Implementierung kostspieliger und komplizierter Massnahmen erzielt werden konnten. Diese Vorteile lassen sich wie folgt auflisten, wobei die nachfolgenden Darlegungen nicht beanspruchen, abschliessend zu sein:

- Die Behebung von Pulsationen, welche insbesondere bei Vormischverbrennung die Flammenfront und die mit dieser in Interdependenz stehende Rückströmzone negativ attackieren.
- Die Verteilung und Eindüsung des oder der Brennstoffe ist von einfachster Ausgestaltung. Die Brenner reagieren weitestgehend insensitive auf Ungleichmässigkeiten in der Brennstoffeindüsung, sei es durch Druckunterschiede, sei es durch Verzögerungen der Ansprechbarkeit bei Lastwechseln hervorgerufen.
- Eine Leckage beim Einbringen der Verbrennungsluft oder eine ungleichförmige Eindüsung des Brennstoffes entfalten keine oder nur eine geringe Beeinflussung der sogenannten "Pattern"-Faktoren am Turbineneintritt. Somit wird innerhalb des ringförmigen toroidalen Innenraumes eine robuste und

durch äussere Faktoren oder Interferenzen nicht alterierte Heissgasströmung von der Form einer Drallströmung gebildet.

- Strömungstechnisch wird innerhalb dieses ringförmigen toroidalen Innenraumes eine kongeniale drallförmige Heissgasströmung für die Beaufschlagung der nachgeschalteten Turbine gebildet, indem die Heissgase ohne weitere Strömungsumlenkungen direkt zur Turbine strömen. Das sich bildende Fliehkraftfeld dieses Wirbels führt dann ursächlich zu einer starken Vergleichmässigung der Gastemperaturverteilung in Umfangsrichtung, dergestalt, dass die Beschauelung der Turbine über den ganzen Umfang dann mit Heissgasen beaufschlagt wird, welche einen gleichmässigen Druck- und Temperaturprofil aufweisen.  
Die Torusform der Brennkammer kombiniert mit dem Fliehkraftfeld reduziert den konvektiven Wärmeübergang wegen des Gaszentrifugeneffektes und der Strömung an konkaver Wand auf ein Minimum. Zudem wird bei vorgegebenem Brennkammer-Volumen die kleinstmögliche Oberfläche erreicht.
- Die Interdependenz zwischen den einzelnen auf den Umfang des ringförmigen toroidalen Innenraumes verteilten Brennern ist gross. Zugleich verhält sich der Betriebsverlauf bei einer Ausserbetriebsetzung einzelner Brenner nicht ruckartig hinsichtlich der geförderten Heissgase zur Turbine. Demnach lässt sich eine solche Brennkammer, ohne auf die Vorteile der sich im ringförmigen toroidalen Innenraum bildenden Heissgaströmung zu verzichten, problemlos von einem Teillastbetrieb aus auf Vollast auffahren, oder umgekehrt nach unten regeln. Die Querverzündung wird somit entscheidend verbessert. Eine Zündung über kalte Brenner hinweg ist möglich. Sonach ist die Brennerstufung in Umfangsrichtung auch bei einreihigen Brenneranordnung möglich. Das einfache Betriebskonzept führt auch bei Teillast zu niedrigen Schadstoff-Emissionen (Nox, CO, UHC).
- Wird die Brennkammer mit Vormischbrennern betrieben, beispielsweise nach einem der Vorschläge gemäss EP-B1-0 321 809 (EV) oder EP-A2-0 704 657 (AEV), welche ein integrierender Bestandteil dieser Beschreibung bilden, so lässt sich die Drallströmung aus den einzelnen Brennern, durch entsprechende Disposition derselben in Umfangsrichtung des ringförmigen toroidalen Innenraumes, leicht in eine einheitliche Vortex-Strömung innerhalb desselben überführen, wobei sich im Zentrum dieses Innenraumes einen stabilen Kern bildet, der die Funktion eines körperlosen Flammenhalters erfüllt. Die Stabilität dieses Vortex-Kerns hängt ursächlich damit zusammen, dass die-

ser im Bereich seiner Ringachse eine uniforme Dichtheit aufweist.

- Eine solche ringförmige toroidale Brennkammer ist auch geeignet, in einer sequentiell befeuerten Gasturbogruppe eingesetzt zu werden, vorzugsweise als Hochdruck-Brennkammer, aber nicht nur. So ist deren Einsatz als selbstzündende Brennkammer innerhalb einer sequentiellen Verbrennung ohne weiteres möglich, indem an Stelle der hier vorgeschlagenen Vormischbrenner ein System von Wirbelgeneratoren vorgesehen wird, welche in analoger Weise zu einer brennerbetriebenen Brennkammer einen Vortex-Kern zur Stabilisierung der Flammenfront gegen einen Flammenrückschlag bilden.

Die hier zum Vorschlag gelangenden Vormischbrenner sind indessen für den Betrieb der ringförmigen toroidaler Brennkammer nicht von unabdingbarer Bedingung. Diese Brennkammer lässt sich auch dank ihrer Konzeption ohne weiteres mit Diffusionsbrennern betreiben.

Die geometrisch einfache Ausgestaltung und kompakte Form dieser Brennkammer lässt darüber hinaus eine effiziente Kühlung ihrer Liner mit einer minimierten Menge des jeweils zum Einsatz gelangenden Kühlmediums zu. Dies ist ein sehr wichtiger Aspekt, insbesondere in jenen Fällen, bei welchen zur Kühlung der Brennkammer eine Menge Luft aus dem Verdichter eingesetzt wird.

Ferner ist diese Brennkammer auch geeignet, ohne Qualitätseinbusse sowohl mit flüssigen als auch mit gasförmigen Brennstoffen betrieben zu werden. Insbesondere beim Betrieb mit einem flüssigen Brennstoff lässt sich, wie weiter unten noch näher spezifiziert wird, eine hervorragende Minimierung der Schadstoff-Emissionen erzielen.

Die exzellente Flammenstabilisierung aus obengenannten strömungstechnischen Zusammenhängen bewirkt eine Minimierung der Schadstoff-Emissionen, insbesondere was die NO<sub>x</sub>-Emissionen betrifft. Bei diesen sind Emissionen von kleiner 5 vppm (15% O<sub>2</sub>) erzielbar. Aber auch die übrigen Schadstoff-Emissionen, wie CO und UHC, lassen sich mit der erfindungsgemässen Brennkammer reduzieren, denn der toroidale Raum, d.h. die Vortex-Führung der Heissgase, wirkt auch als eine intensive kompakte Ausbrandzone. Auf die ebenfalls niedrigen Schadstoff-Emissionen bei Teillast wurde bereits oben näher eingegangen.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den

gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen gekennzeichnet.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

Fig. 1 eine angeströmte toroidale Brennkammer in axialer Sicht und

Fig. 2 einen die Brennkammer bildenden Torus.

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Fig. 1 zeigt eine Brennkammer zum Betrieb einer Gasturbogruppe. Diese Brennkammer 1 weist eine ringförmige toroidale Form auf, die sich um den nur andeutungsweise dargestellten Rotor 4 erstreckt. Diese ringförmige toroidale Brennkammer 1 ist auch von einer äusserst kompakten radialen Gestaltung, dergestalt, dass sie sich problemlos innerhalb eines Gehäuses 2 unterbringen, das für eine Ringbrennkammer ausgelegt ist. Gegenüber einer Ringbrennkammer weist diese toroidale Brennkammer 1 eine minimierte axiale Ausdehnung auf, so dass die letztgenannte an sich keine Beeinflussung auf die Rotorlänge dieser Gasturbogruppe ausübt, womit ein solcher Rotor dann sehr kurz ausfällt, was sich unter anderen auf die Lagerung desselben positiv auswirkt. Die verbrennungstechnischen Abläufe in axialer Strömungsrichtung innerhalb einer zum Stand der Technik gehörenden Ringbrennkammer laufen bei der hier beschriebenen toroidalen Brennkammer 1, innerhalb des toroidalen Innenraumes 8, mindestens in selber Qualität ab, wobei die Beaufschlagung der nachgeschalteten Turbine 3 dann optimal vonstatten geht, denn im toroidalen Innenraum 8 selbst bildet sich eine Heissgasströmung, welche eine gleichförmiges Temperatur- und Druckprofil aufweist. Der Betrieb der toroidalen Brennkammer 1 wird durch eine Anzahl Vormischbrenner 5 aufrechterhalten, welche in Umfangsrichtung der Brennkammer 1 regelmässig oder unregelmässig verteilt sind. Die Ausgestaltung dieser Vormischbrenner 5 richtet sich vorzugsweise nach den Vorschlägen gemäss EP-B1-0 321 809 oder EP-A2-0 704 657, wobei sämtliche Aussagen in diesen Druckschriften einen integrierenden Bestandteil der vorliegenden Beschreibung bilden. Diese Vormischbrenner 5 werden von einem Plenum 6 aus mit Verbrennungsluft 7 gespiesen, welche aus einem nicht näher gezeigten Verdichter stammt. Die Verbrennungsluft 7 strömt tangential in die Vormischbrenner 5 und erzeugt dort eine Drallströmung, welche sich im toroidalen Innenraum 8 fortpflanzt und dort in eine Vortex-Strömung aus Heissgasen 9 mit einem stabilen Kern 10 übergeht. Diese Heissgasströmung 9 strömt dann fortlaufend in gleichmässiger Masse und Konsistenz sowie ohne Strömungsumlenkungen in einen Heissgaskanal 11 über,

dessen Ende in Umfangsrichtung vorzugsweise mit Leitschaufeln 12 bestückt ist. Nachdem diese Heissgasströmung 9 über die genannten Leitschaufeln 12 auf die strömungstechnischen Belange der nachgeschalteten Turbine 3 optimal ausgerichtet ist, erfolgt dann die Beaufschlagung der zur Turbine gehörenden Laufschaufeln nach bekannter Technik. Die strömungstechnische Bildung der Vortex-Heissgasströmung 9 wird durch die Disposition der Vormischbrenner 5 in Umfangsrichtung beeinflusst, wobei bei der Konfiguration der hier vorgeschlagenen Brennkammer 1, hinsichtlich der Stellung der Vormischbrenner 5 in Umfangsrichtung der toroidalen Brennkammer 1, alle Optionen offen stehen. In Fig. 1 sind die Vormischbrenner 5, bezogen auf deren Einstromungsebene in den toroidalen Innenraum 8, tangential angelegt und, bezogen auf die Beaufschlagungsebene der Turbine 3, verlaufen sie unter einem spitzen Winkel. Die strömungstechnische Qualität der Vortex-Heissgasströmung 9 lässt sich entsprechend verändern, indem die Vormischbrenner 5 beispielsweise auf dem Umfang der toroidalen Brennkammer 1 rechtwinklig gegenüber der Beaufschlagungsebene der Turbine 3 angeordnet werden. Eine weitere Anordnung kann einen Winkel von über 90° gegenüber der genannten Beaufschlagungsebene aufweisen. Bei allen Anordnungen bleibt die tangentiale Einstromung der von den Vormischbrennern 5 induzierten Erzeugung der Heissgase 9 in den toroidalen Innenraum 8 vorzugsweise bestehen, damit die Stabilität des ringförmigen Kernes 10 dieser Heissgasströmung gewährleistet bleibt. Die Zuschaltung oder Abschaltung der einzelnen Vormischbrenner 5 geschieht hier fliessend, d.h. die einzelnen Vormischbrenner 5 stehen in einer betriebsmässigen Interdependenz zueinander, so dass bei Inbetriebsetzung oder Ausserbetriebsetzung die einzelnen Vormischbrenner, welche ohne Zündvorrichtung auskommen, mit einer maximierten Ansprechbarkeit reagieren. Durch den kompakten Brennraum dieser Brennkammer 1, der allein durch den toroidalen Innenraum 8 gebildet ist, wird auf die Entstehung von Pulsationen entgegengewirkt, da die Vortex-Heissgasströmung aufgrund ihrer strömungsmässigen Stabilität und Impulsstärke keine Rückkopplung von brennkammerspezifischen Frequenzen auf die Vormischbrenner 5 resp. auf die Flammenfront zulässt. Damit wird mit der geometrischen Konfiguration dieser toroidalen Brennkammer 1 auf die Entstehung von Pulsationen in markanter Weise entgegengewirkt. Die unbestritten äusserst kompakte Bauweise dieser toroidalen Brennkammer 1 eignet sich darüber hinaus vorzüglich, eine effiziente Kühlung mit einer minimierten Menge an Kühlmedium zu bewerkstelligen. In Fig. 1 wird gezeigt, wie eine solche Kühlung vonstatten gehen kann. Die toroidale Brennkammer 1 ist von einer Schale 13 umschlossen. Durch einen von dieser Schale 13 gegenüber der Wand der Brennkammer 1 gebildeten Zwischenraum 14 strömt einen Kühl-luftstrom 15 heran, der über einen ringförmigen Kanal

17 von der Verdichtereinheit abgezweigt wird. Nach erfolgter Kühlung der Aussenwand der toroidaler Brennkammer 1 strömt die Kühlluftstrommenge 16 grundsätzlich in das Plenum 6. Diese zur Kühlung eingesetzte Luftmenge 16 kann indessen beispielsweise in die Brennkammer 1 oder in die Vormischbrenner 5, jeweils an geeigneter Stelle, eingeleitet werden. Was die Drallströmungen aus den Brennern betrifft, so ist darauf zu achten, dass deren Anzahl über alle Betriebsstufen der Brennkammer unterkritisch bleibt. Daraus ergibt sich, dass grundsätzlich bei einer Basislast der Maschine die Gasdichtheit des Vortex-Kernes weitgehend uniform ausfällt, was sich auf dessen Stabilität und auf die Verharzeiten der Heissgase in diesem Bereich niederschlägt. Ein so gebildeter Vortex-Kern entfaltet überraschenderweise eine unmittelbare Stabilisierung der Flammenfront im Sinne eines körperlosen Flammenhalters gegenüber den einzelnen peripher angeordneten Brennern, womit die Bestrebungen zu einer Flammenstabilisierung im Herrschaftsbereich dieser Brenner keine absolute Priorität mehr entfalten.

Fig. 2 zeigt die toroidale Brennkammer 1 von aussen, gemäss Ansicht II. aus Fig. 1, wobei diese Darstellung lösgelöst von der übrigen Infrastruktur der Gasturbine ist. Aus dieser Figur geht in prägnanter Weise die geometrische Ausbildung der Brennkammer sowie die Aufteilung und Stellung der Vormischbrenner 5 hervor. Die Vormischbrenner 5 sind zum einen tangential auf dem Umfang der toroidalen Brennkammer 1 angeordnet; darüber hinaus weisen sie, unter einem Winkel, in Strömungsrichtung hin. Auf die strömungsdynamischen Aspekte aus dieser Konstellation ist unter Fig. 1 bereits näher eingegangen.

Die dargestellte toroidale Brennkammer 1 erfüllt insbesondere Vorteile, die hier anhand einer Stichwortliste nochmals zusammengefasst werden sollen, wobei sich daraus weitgehend die weiter oben spezifizierten Vorteile ergeben.

1. Das Fliehkraftfeld des Wirbels führt zu einer starken Vergleichsmässigung der Gastemperaturverteilung in Umfangsrichtung. Die Brennerstufung in Umfangsrichtung ist auch bei einreihigen Brenneranordnung möglich, dies im Gegensatz zu Brennkammern ohne Drall. Ein einfaches Betriebskonzept mit niedrigen Schadstoff-Emissionen (Nox, CO, UHC) ist auch bei Teillast gewährleistet.
2. Die Torusform der Brennkammer kombiniert mit dem Fliehkraftfeld des Wirbels reduziert den konvektiven Wärmeübergang auf ein Minimum (Gaszentrifugeneffekt, Strömung an konkaver Wand). Zudem wird bei vorgegebenem Brennkammer-Volumen die kleinstmögliche Oberfläche erreicht.
3. Die Querbündelung innerhalb des Verbundes der

Brenner wird entscheidend verbessert. Zündung über kalte Brenner hinweg ist möglich.

4. Eine kompakte Baulänge der Brennkammer ist gegeben.

#### Bezugszeichenliste

- |    |  |
|----|--|
| 1  | Brennkammer  |
| 2  | Gehäuse  |
| 3  | Turbine  |
| 4  | Rotor  |
| 5  | Brenner, Vormischbrenner   |
| 6  | Plenum   |
| 7  | Verbrennungsluft   |
| 8  | Innenraum  |
| 9  | Heissgasen, Heissgasströmung, Vortex-Heissgasströmung, Drallströmung |
| 10 | Kern von Pos. 9, Vortex-Kern   |
| 11 | Heissgaskanal  |
| 12 | Leitschaufeln  |
| 13 | Schale   |
| 14 | Zwischenraum   |
| 15 | Kühlmedium, Kühlluftstrom  |
| 16 | Kühlluftstrommenge   |
| 17 | Ringförmiger Kanal   |

#### Patentansprüche

1. Brennkammer einer Gasturbogruppe, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer (1) mindestens einen ringförmigen toroidalen Innenraum (8) aufweist, dass auf dem Umfang der Brennkammer (1) eine Anzahl mit dem Innenraum (8) in Wirkverbindung stehender Brenner (5) angeordnet sind, und dass der ringförmige toroidale Innenraum (8) im wesentlichen in der Anströmungsebene einer zur Gasturbogruppe gehörigen nachgeschalteten Turbine (8) einen in Umfangsrichtung abzweigenden Heissgaskanal (11) aufweist.
2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Heissgaskanal (11) eine strömungsmässige richtungsgleiche Fortsetzung der sich in dem ringförmigen toroidalen Innenraum der Brennkammer bildenden Drallströmung (9) bildet.
3. Brennkammer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Heissgaskanal (11) endseitig mit zur Laufschaufeln der nachgeschalteten Turbine (3) in Wirkverbindung stehenden Leitschaufeln (12) bestückt ist.
4. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer (1) mit Vormischbrennern bestückt ist.
5. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass die Brenner (5) gegenüber der neutralen Ringachse des ringförmigen toroidalen Innenraums (8) tangential angeordnet sind.

6. Brennkammer nach einem oder mehrere der Ansprüche 1, 4, 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Brenner (5) gegenüber der senkrechten Achse des ringförmigen toroidalen Innenraums (8) unter einen Winkel angeordnet sind. 5
7. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige toroidale Innenraum (8) von einer Schale (13) ummantelt ist, und dass im von der Schale (13) gegenüber der äusseren Form des ringförmigen toroidalen Innenraums (8) gebildeten Zwischenraum (14) ein Kühlmedium (15) strömt. 10  
15
8. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brenner (5) in Wirkverbindung mit einem Plenum (6) stehen, und dass eine zu diesem Plenum (6) gehörige Verbrennungsluft (7) die Brenner (5) speist. 20
9. Verfahren zum Betrieb einer Brennkammer gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich in dem ringförmigen toroidalen Innenraum (8) eine um dessen Ringachse zusammenhängende aus Heissgasen bestehende Drallströmung (9) mit einem Vortex-Kern (10) bildet, dass die Drehrichtung der Drallströmung (9) die Ausströmungsebene der Heissgase aus dem Innenraum (8) zu einer nachgeschalteten Turbine (3) induziert. 25  
30
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehrichtung der Drallströmung (9) von der Betriebsweise der Brenner (5) und der Einströmungsebene der Verbrennungsluft in den Innenraum (8) ausgelöst wird. 35

40

45

50

55

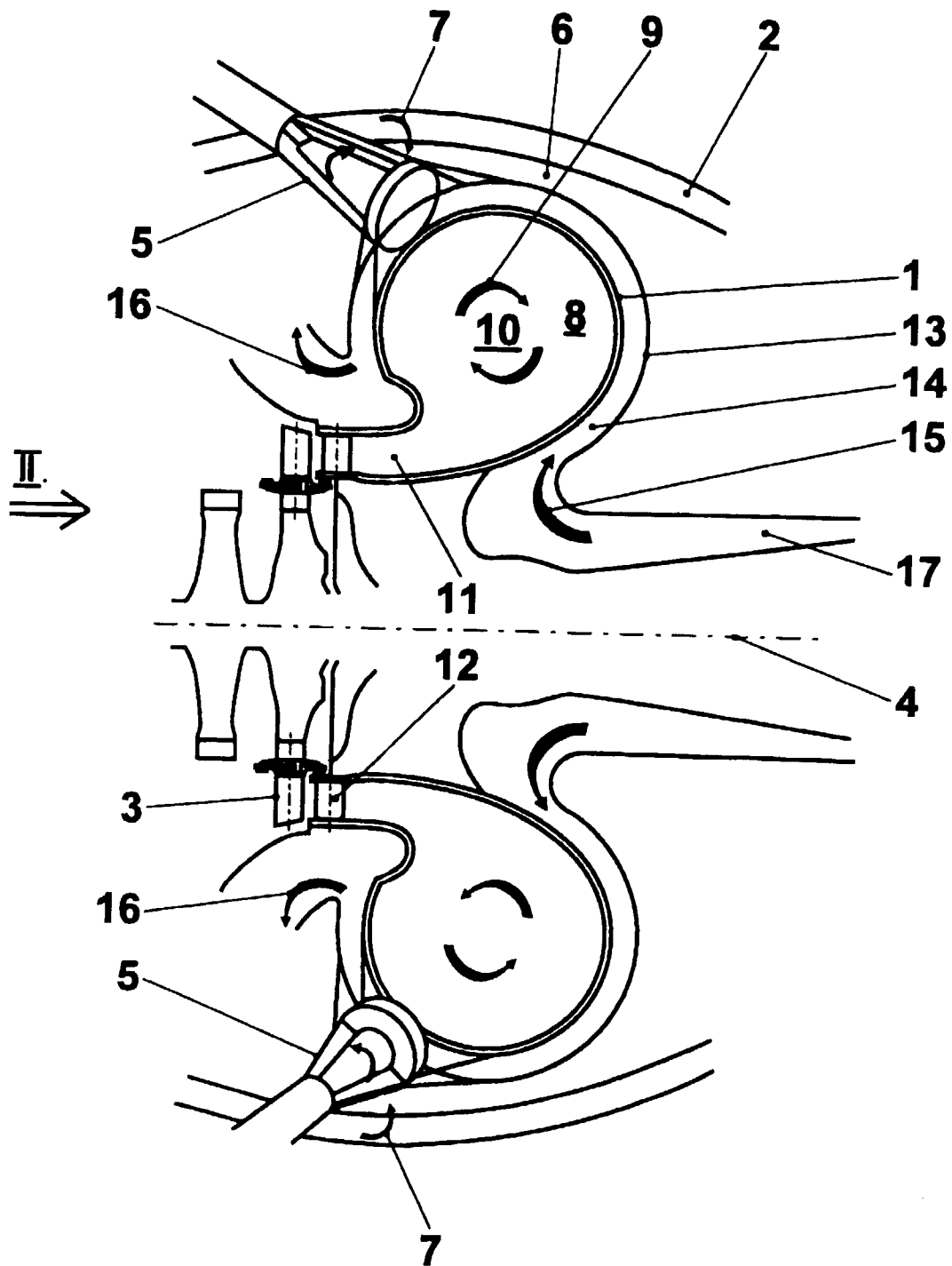
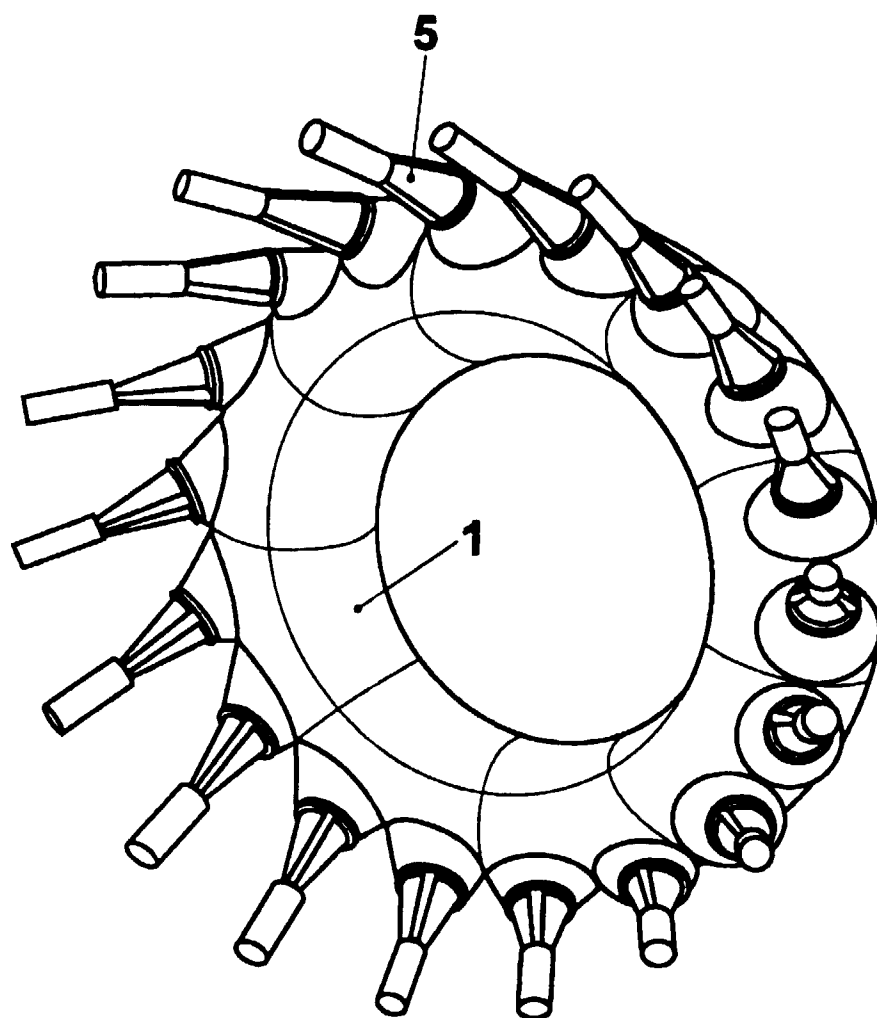


FIG. 1



**FIG. 2**





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0167

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 3 269 119 A (PRICE) 30.August 1966 * Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 2, Zeile 66 *	1,2,7	F23R3/52
Y	* Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 34; Abbildung 1 *	3,5,6, 8-10	
	---		
X	US 3 010 281 A (CERVENKA) 28.November 1961	1,2,5, 7-10	
Y	* das ganze Dokument *	3,5,6, 8-10	
	---		
X	DE 14 76 785 A (GENERAL ELECTRIC) 23.Oktober 1969	1-3,5	
A	* das ganze Dokument *	4,8-10	
	---		
X	GB 514 620 A (JENDRASSIK) 14.Dezember 1939 * Abbildung 6 *	1	
	---		
A	CH 301 137 A (POWER JETS)  * das ganze Dokument *	1,4,5, 7-10	
	---		
A	BE 674 852 A (BOEING) 3.Mai 1966 * Abbildungen 1-6 *	1-3,5-10	F23R
	---		
A	EP 0 590 297 A (ASEA BROWN BOVERI) 6.April 1994		
	---		
A	EP 0 353 192 A (REITER CHRISTIAN) 31.Januar 1990  -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>20.August 1997</b>	Prüfer <b>Iverus, D</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)