



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int Cl.6: **F23R 3/12**

(21) Anmeldenummer: **95810761.7**

(22) Anmeldetag: **05.12.1995**

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

(71) Anmelder: **ABB Management AG**  
**CH-5401 Baden (CH)**

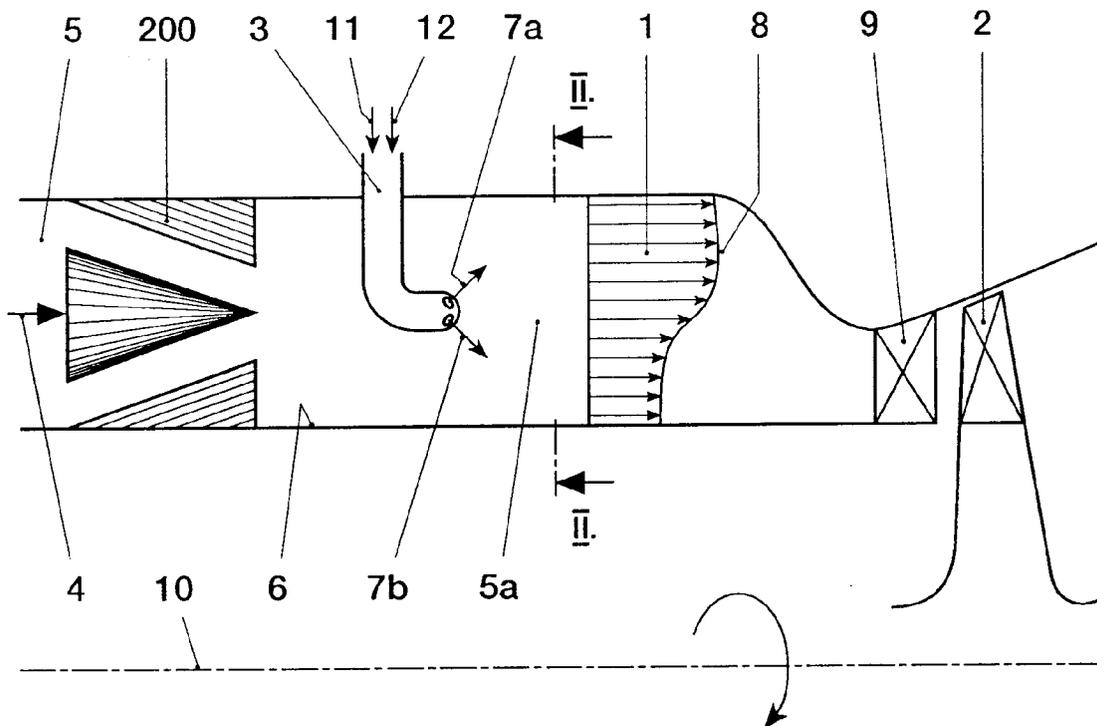
(30) Priorität: **24.12.1994 DE 4446611**

(72) Erfinder: **Althaus, Rolf, Dr.**  
**Higashina-ku, Kobe 658 (JP)**

(54) **Brennkammer**

(57) Bei einer Brennkammer, welche jeweils stromauf und stromab einer Strömungsmaschine angeordnet ist, und welche im wesentlichen aus einem Zuströmkanal (5) und einer nachgeschalteten Vormisch- und Brennzone (5a) besteht, wird in die aus der stromauf wirkenden Strömungsmaschine stammende Verbrennungsluft (4) nach deren Durchströmung durch Wirbel-Generatoren (200) ein Brennstoff (11) eingedüst. Die

Eindüsung (7a, 7b) des Brennstoffes (11) in die Vormisch- und Brennzone (5a) wird bei unterschiedlicher Richtung und Menge vorgenommen. Die Heissgase aus der Verbrennung des vorgenannten Gemisches bilden eine temperaturgestufte Front (8), deren minimale Temperatur strömungsmässig mit der Basis der zu beuschlagenden Schaufeln der nachgeschalteten Strömungsmaschine (2) übereinstimmt. Der Brennstoff (11) kann mit einer Stützluft (12) unterstützt werden.



**FIG. 1**

## 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

Bei Brennkammern, insbesondere bei Ringbrennkammern mit einem breiten Lastbereich, stellt sich immer wieder das Problem, wie bei hohen Temperaturen der Heissgase und unter Wahrung von niedrigen Schadstoff-Emissionen aus der Verbrennung die Lebensdauer der Schaufeln der der Ringbrennkammer unmittelbar nachgeschalteten Turbine maximiert werden können. Allgemein lässt sich feststellen, dass die Schaufeln der Turbine integral mit gleich heissen Gasen beaufschlagt werden, wobei anzumerken ist, dass bei einer nach einem Selbstzündungsverfahren betriebenen Ringbrennkammer die Schaufeln der Turbine einer noch grösseren kalorischen Belastung ausgesetzt sind, da es für eine stromauf der Turbine stattfindende betriebssichere Selbstzündung Temperaturen angestrebt werden, welche eine gewisse Sicherheitsmarge gegen ein Löschen der Flamme aufweisen, wodurch die Schaufeln an sich mit einer höheren Temperatur beaufschlagt werden, als dies bei konventionellen Brennkammern der Fall ist. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Schaufeln über ihre radiale Ausdehnung keinen uniformen Festigkeitswiderstand aufweisen, weshalb die üblichen Schaufelkühlungen an Grenzen stossen, denn gewisse Partien der Schaufeln müssten stärker gekühlt werden, andere weniger stark, was bis anhin jedoch nicht befriedigend gelöst werden konnte. Gerade die thermisch hochbelasteten Schaufelfüsse sind am Wirkungsgrad der Strömungsmaschine nicht unmittelbar beteiligt, so dass dort an sich eine tiefere Temperatur vorherrschen könnte, ohne deswegen Wirkungsgradeinbussen zu befürchten, wobei als bekannt vorausgesetzt wird, dass die mittlere Temperatur der Heissgase für die resultierende, thermische Wirkungsgrad-Ausbeute verantwortlich ist. Soweit ersichtlich ist bis anhin keine machbare Lösung bekanntgeworden, welche ohne Wirkungsgradeinbussen und bei tieferen Schadstoff-Emissionen, insbesondere was die Nox betrifft, gezielte Partien der Schaufel mit unterschiedlichen Temperaturen zu beaufschlagen vermag.

### 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 innerhalb der Heissgasströmung eine Temperaturstufung zu bewerkstelligen.

Eine Temperaturstufung innerhalb der Heissgasströmung lässt sich vorzugsweise bei einer Ringbrennkammer erzielen, indem der Brennstoff über eine Anzahl in Umfangsrichtung der Ringbrennkammer wirkenden Brennstoffflanzen eingedüst wird. Jede dieser Brennstoffflanze weist mehrere, verschieden gerichtete Düsen auf, durch welche der Brennstoff in den Durchströmungsquerschnitt der Ringbrennkammer eingebracht wird, womit zunächst eine sektorielle Anfettung des Brenngemisches erreicht wird. Eine solche Konfiguration eignet sich vorzüglich, eine sektoriell unterschiedliche Anfettung des Brenngemisches zu bewerkstelligen, wobei der eingedüste Brennstoff sich vornehmlich innerhalb des ihm zugewiesenen Sektors verteilt, wodurch es möglich wird, die Temperaturverteilung über die Brennstoff-Vermischung zu beeinflussen. Damit wird eine Temperaturstufung in radialer Richtung erreicht, welche die Profilströmung für die zu beaufschlagenden Schaufeln darstellt.

Die Wirbelbildung der Verbrennungsluft vor der Anfettung durch Brennstoff wird durch Wirbel-Generatoren erzielt, welche stromauf der Brennstoffflanzen plaziert sind. Ein wesentlicher Vorteil dieser Vorkehrung besteht darin, dass die Wirbel-Generatoren sektoriell, entsprechend der Brennstoff-Eindüsung angeordnet werden, und dort auch eine individuelle Wirkung erzeugen können.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Temperaturstufung in radialer Richtung gezielt angepasst werden kann. Vorzugsweise wird die Einbringung des Brennstoffes so gehandhabt, dass die Schaufelfüsse bei einer gegebenen mittleren Temperatur der Heissgase entlastet werden. Zwar liegt die Temperatur der Heissgase im Bereich der Schaufelfüsse tiefer als die mittlere Temperatur, diese Einbussen kann aber leicht kompensiert werden, indem entlang des ungleich grösseren Bereichs des übrigen Schaufelprofils eine leicht höhere Temperatur der Heissgase erwirkt wird. Sinkt grundsätzlich die kalorische Belastung im Bereich der Schwachstellen, so lässt sich die Kühlung der Beschaukelung entsprechend reduzieren, was sich schlussendlich in eine Wirkungsgrad-Verbesserung niederschlägt.

Des Weiteren, bei vorgegebener Turbinen-Eintrittstemperatur und vorgegebenen Materialdaten erhöht sich die Lebensdauer der Schaufeln; bei gleicher Lebensdauer kann demnach die Turbinen-Eintrittstemperatur entsprechend erhöht werden, was zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades und der Leistung der Maschine führt.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass durch eine gezielte Temperaturstufung insbesondere in den transienten Lastbereichen ein besseres transientes Verhalten des Rotors zu erreichen ist, was zu kleineren Spielen zwischen dem Stator und den rotierenden Teilen führt.

Eine unterschiedliche Anfettung führt ferner dazu, dass der fettere Bereich eine flammenstabilisierende

Wirkung entfaltet, so dass dieser Bereich ohne weiteres als Pilotstufe funktionieren kann, womit auf den Einbau eines Verbundes von Pilotbrennern und Hauptbrennern verzichtet werden kann.

Aus Versuchen hat sich ein weiterer überraschender Vorteil der Erfindung ergeben: eine solcherart erzielte Temperaturstufung wirkt sich als Schalldämpfung aus.

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. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

- Fig. 1 eine Ringbrennkammer mit einer Temperaturstufung,
- Fig. 2 eine Teilansicht der Ringbrennkammer, wobei der Wirkungsbereich einer einzelnen Brennstofflanze ersichtlich ist und
- Fig. 6-13 Varianten der Anströmung und Brennstoffzuführung im Zusammenhang mit Wirbel-Generatoren.

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwertbarkeit

Fig. 1 zeigt, wie aus der Wellenachse 10 ersichtlich ist, eine Ringbrennkammer 1, welche im wesentlichen die Form eines zusammenhängenden annularen oder quasi-annularen Zylinder einnimmt. Selbstverständlich kann eine solche Brennkammer auch bloss aus einem einzigen Zylinder bestehen. Darüber hinaus ist es ohne weiteres möglich, eine Brennkammer vorzusehen, welche aus einer Anzahl einzelner axial, quasi-axial oder schraubenförmig verlaufender Zylinder besteht, die in Umfangsrichtung gegenüber der stromab wirkenden Turbine angeordnet sind. Fig. 1 zeigt bloss die signifikante Partie der Ringbrennkammer 1, nämlich die Wirbelbildung, die zu einer Temperaturstufung führende Brennstofflanze sowie die stromab gelegene und zu beaufschlagende Turbine. Die Hauptströmung 4 ist immer ein Verbrennungsluftstrom, dessen Temperatur und Zusammensetzung sehr unterschiedlich sein können. Wirkt stromauf der Ringbrennkammer 1 ein Kompressor, so besteht die Hauptströmung 4 aus verdichteter Luft, welche die Verbrennungsluft bildet; steht die vorliegende Ringbrennkammer 1 hingegen im Verbund mit

einer stromauf wirkenden ersten Brennkammer und einer ersten Turbine, so besteht diese Hauptströmung aus noch relativ heissen Abgasen, deren Temperatur zu einer Selbstzündung des dort eingedüsten Brennstoffes führt. Die Verbrennungsluft 4 strömt also in eine Zustromzone 5, welche innenseitig und in Umfangsrichtung der Kanalwand 6 mit einer Reihe von wirbelerzeugenden Elementen 200, die bereits als Wirbel-Generatoren benannt wurden, bestückt ist, auf welche weiter unten noch näher eingegangen wird. Die Verbrennungsluft 4 wird durch die Wirbel-Generatoren 200 derart verdrallt, dass in der anschliessenden Vormisch- und Brennzona 5a keine Rezirkulationsgebiete mehr im Nachlauf zu den genannten Wirbel-Generatoren 200 auftreten. In Umfangsrichtung dieser Vormisch- und Brennzona 5a sind mehrere Brennstofflanzen 3 disponiert, welche die Zuführung eines Brennstoffes 11 und einer Stützluft 12 übernehmen. Die Zuführung dieser Medien 11, 12 zu den einzelnen Brennstofflanzen 3 kann beispielsweise durch eine nicht gezeigte Ringleitung bewerkstelligt werden. Die einzelnen von den Wirbel-Generatoren 200 ausgelöste Drallströmung steht mit dem sektoriell eingedüsten Brennstoff 7a, 7b in Wirkverbindung, dergestalt, dass durch eine entsprechende Regelung der Brennstoffmenge über die einzelnen Sektoren eine verschieden grosse Anfechtung der einzelnen aus der Wirkung der Wirbel-Generatoren 200 hervorgehenden Teilströmen der Verbrennungsluft 4 resultiert, die bei der nachfolgenden Verbrennung eine unterschiedliche Temperaturprofilierung auslöst. Eine solche Temperaturstufung 8 über den Durchfluss-Querschnitt ist in der Figur graphisch und qualitativ dargestellt. Wie leicht aus dieser Darstellung abzuleiten ist, beaufschlagt diese temperaturgestufte Heissgasfront über entsprechende Leitschaufeln 9 die Laufschaufeln einer Turbine 2. Entsprechend der Temperaturstufung 8 werden die Schaufelfüsse kalorisch minder belastet, dafür wird die übrige Schaufelfläche mit einer leicht höheren Temperatur beaufschlagt, so dass die für den Wirkungsgrad und die Leistung massgebende mittlere Heissgas-Temperatur gewahrt bleibt.

Fig. 2 zeigt, wird zu jeder Brennstofflanze 3 im Bereich der Wirbel-Generatoren 200 eine für eine annulare Ringbrennkammer 1 typische Kammer gebildet, womit auch seitliche Wirbel-Generatoren 200 angebracht werden können. Besteht die Brennkammer aus einzelnen Röhren, so erübrigt sich eine solche Unterteilung, weil das Rohr dann zugleich die Kammer bildet. So gesehen ist die Brennstofflanze 3 anströmungsmässig von Wirbel-Generatoren 200 ummantelt. Die sektorische Brennstoff-Eindüsung 7a, 7b ist abhängig von der Lage der stromauf platzierten Wirbel-Generatoren 200, wobei diese Eindüsung zur Gewährleistung einer Temperaturstufung vorzugsweise zwischen den einzelnen Flankenflächen der Wirbel-Generatoren 200 zu richten ist, damit die dort entstehende Verwirbelung eine gute Mischung mit der entsprechende Brennstoffmenge bildet. Selbstverständlich lässt sich die Brennstoff-Eindüsung 7a, 7b

auch über eine grössere Anzahl Düsen bewerkstelligen, dies in Abhängigkeit zur angestrebten Temperaturstufe und in Abhängigkeit zur Lage der einzelnen Wirbel-Generatoren 200 innerhalb des Durchfluss-Querschnittes der Ringbrennkammer 1. Diese Ringbrennkammer kann in radialer Ausdehnung aus mehreren übergeordneten Kammerreihen bestehen, wobei eine Kammerreihe davon als Pilotstufe zu den übrig konzentrisch angeordneten Kammerreihen ausgelegt werden.

In den nachfolgenden Figuren 6-13 wird auf die Philosophie der Wirbel-Generatoren näher eingegangen.

In den Figuren 3, 4 und 5 ist die eigentliche Zuströmzone 5 nicht dargestellt. Dargestellt ist hingegen durch einen Pfeil die Strömung der Verbrennungsluft 4, die nachfolgend auch Hauptströmung genannt wird, womit auch die Strömungsrichtung vorgegeben ist. Gemäss diesen Figuren besteht ein Wirbel-Generator 200, 201, 202 im wesentlichen aus drei frei umströmten dreieckigen Flächen. Es sind dies eine Dachfläche 210 und zwei Seitenflächen 211 und 213. In ihrer Längserstreckung verlaufen diese Flächen unter bestimmten Winkeln in Strömungsrichtung. Die Seitenwände der Wirbel-Generatoren 200, 201, 202, welche vorzugsweise aus rechtwinkligen Dreiecken bestehen, sind mit ihren Längsseiten auf der bereits angesprochenen Kanalwand 6 fixiert, vorzugsweise gasdicht. Sie sind so orientiert, dass sie an ihren Schmalseiten einen Stoss bilden unter Einschluss eines Pfeilwinkels  $\alpha$ . Der Stoss ist als scharfe Verbindungskante 216 ausgeführt und steht senkrecht zu jeder Kanalwand 6, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel  $\alpha$  einschliessenden Seitenflächen 211, 213 sind in Fig. 3 symmetrisch in Form, Grösse und Orientierung, sie sind beidseitig einer Symmetrieachse 217 angeordnet, welche gleichgerichtet wie die Kanalachse ist.

Die Dachfläche 210 liegt mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden und sehr schmal ausgebildeten Kante 215 an der gleichen Kanalwand 6 an wie die Seitenflächen 211, 213. Ihre längsgerichteten Kanten 212, 214 sind bündig mit den in den Strömungskanal hineinragenden, längsgerichteten Kanten der Seitenflächen 211, 213. Die Dachfläche 210 verläuft unter einem Anstellwinkel  $\Theta$  zur Kanalwand 6, deren Längskanten 212, 214 bilden zusammen mit der Verbindungskante 216 eine Spitze 218. Selbstverständlich kann der Wirbel-Generator 200, 201, 202 auch mit einer Bodenfläche versehen sein, mit welcher er auf geeignete Weise an der Kanalwand 6 befestigt ist. Eine derartige Bodenfläche steht indessen in keinem Zusammenhang mit der Wirkungsweise des Elementes.

Die Wirkungsweise des Wirbel-Generators 200, 201, 202 ist die folgende: Beim Umströmen der Kanten 212 und 214 wird die Hauptströmung in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt, wie dies in den Figuren schematisch skizziert ist. Die Wirbelachsen liegen in der Achse der Hauptströmung. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (Vortex Breakdown), sofern letzteres angestrebt wird, werden durch entsprechende

Wahl des Anstellwinkels  $\Theta$  und des Pfeilwinkels  $\alpha$  bestimmt. Mit steigenden Winkeln wird die Wirbelstärke bzw. die Drallzahl erhöht, und der Ort des Wirbelaufplatzens verschiebt sich stromaufwärts bis hin in den Bereich des Wirbel-Generators 200, 201, 202 selbst. Je nach Anwendung sind diese beiden Winkel  $\Theta$  und  $\alpha$  durch konstruktive Gegebenheiten und durch den Prozess selbst vorgegeben. Angepasst werden müssen diese Wirbel-Generatoren nur noch bezüglich Länge und Höhe, wie dies weiter unten unter Fig. 6 noch detailliert zur Ausführung gelangen wird.

In Fig. 3 bildet die Verbindungskante 216 der beiden Seitenflächen 211, 213 die stromabwärtsseitige Kante des Wirbel-Generators 200. Die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante 215 der Dachfläche 210 ist somit die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante.

In Fig. 4 ist ein sogenannter halber "Wirbel-Generator" auf der Basis eines Wirbel-Generators nach Fig. 6 gezeigt. Beim hier gezeigten Wirbel-Generator 201 ist nur die eine der beiden Seitenflächen mit dem Pfeilwinkel  $\alpha/2$  versehen. Die andere Seitenfläche ist gerade und in Strömungsrichtung ausgerichtet. Im Gegensatz zum symmetrischen Wirbel-Generator wird hier nur ein Wirbel an der gepfeilten Seite erzeugt, wie dies in der Figur versinnbildlicht wird. Demnach liegt stromab dieses Wirbel-Generators kein wirbelneutrales Feld vor, sondern der Strömung wird ein Drall aufgezwungen.

Fig. 5 unterscheidet sich gegenüber Fig. 3 insoweit, als hier die scharfe Verbindungskante 216 des Wirbel-Generators 202 jene Stelle ist, welche von der Kanalströmung zuerst beaufschlagt wird. Das Element ist demnach um  $180^\circ$  gedreht. Wie aus der Darstellung ersichtlich ist, haben die beiden gegenläufigen Wirbel ihren Drehsinn geändert.

Fig. 6 zeigt die grundsätzliche Geometrie eines in einem Kanal 5 eingebauten Wirbel-Generators 200. In der Regel wird man die Höhe  $h$  der Verbindungskante 216 mit der Kanalhöhe  $H$ , oder der Höhe des Kanalteils, welcher dem Wirbel-Generator zugeordnet ist, so abstimmen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromab des Wirbel-Generators 200 bereits eine solche Grösse erreicht, dergestalt, dass damit die volle Kanalhöhe  $H$  ausgefüllt wird. Dies führt zu einer gleichmässigen Geschwindigkeitsverteilung in dem beaufschlagten Querschnitt. Ein weiteres Kriterium, das Einfluss auf das zu wählende Verhältnis der beiden Höhen  $h/H$  nehmen kann, ist der Druckabfall, der beim Umströmen des Wirbel-Generators 200 auftritt. Es versteht sich, dass mit grösserem Verhältnis  $h/H$  auch der Druckverlustbeiwert ansteigt.

Die Wirbel-Generatoren 200, 201, 202 werden hauptsächlich dort eingesetzt, wo es darum geht, zwei Strömungen miteinander zu mischen. Die Hauptströmung 4, beispielsweise als Heissgase, attackiert in Pfeilrichtung die quergerichtete Kante 215, respektiv die Verbindungskante 216. Die Sekundärströmung in Form eines gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoffes, der

allenfalls mit einem Anteil Stützluft angereichert ist (Vgl. Fig. 1), weist einen wesentlichen kleineren Massenstrom als die Hauptströmung auf. Diese Sekundärströmung wird im vorliegenden Fall stromab des Wirbel-Generators in die Hauptströmung eingeleitet, wie dies aus Fig. 1 besonders gut hervorgeht.

Im dargestellten Beispiel gemäss Fig. 1 sind die Wirbel-Generatoren 200 mit Abstand über den Umfang einer Kammer des Kanals 5 verteilt. Selbstverständlich können die Wirbel-Generatoren in Umfangsrichtung auch so aneinander gereiht werden, dass keine Zwischenräume an der Kanalwand 6 freigelassen werden. Für die Wahl der Anzahl und der Anordnung der Wirbel-Generatoren ist letztlich der zu erzeugenden Wirbel entscheidend.

Die Figuren 7-13 zeigen weitere mögliche Formen der Einführung des Brennstoffes in die Hauptströmung 4. Diese Varianten können auf vielfältige Weise miteinander und mit einer zentralen Brennstoffeindüsung, wie sie beispielsweise aus Fig. 1 hervorgeht, kombiniert werden.

In Fig. 7 wird der Brennstoff, zusätzlich zu Kanalwandbohrungen 220, die sich stromabwärts der Wirbel-Generatoren befinden, auch über Wandbohrungen 221 eingedüst, die sich unmittelbar neben der Seitenflächen 211, 213 und in deren Längserstreckung in der gleichen Kanalwand 6 befinden, an der die Wirbel-Generatoren angeordnet sind. Die Einleitung des Brennstoffes durch die Wandbohrungen 221 verleiht den erzeugten Wirbeln einen zusätzlichen Impuls, was die Lebensdauer des Wirbel-Generators verlängert.

In Fig. 8 und 9 wird der Brennstoff über einen Schlitz 222 oder über Wandbohrungen 223 eingedüst, wobei sich beide Vorkehrungen unmittelbar vor der quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante 215 der Dachfläche 210 und in deren Längserstreckung in der gleichen Kanalwand 6 befinden, an der die Wirbel-Generatoren angeordnet sind. Die Geometrie der Wandbohrungen 223 oder des Schlitzes 222 ist so gewählt, dass der Brennstoff unter einem bestimmten Eindüsungswinkel in die Hauptströmung 4 eingegeben wird und den nachplazierten Wirbel-Generator als Schutzfilm gegen die heisse Hauptströmung 4 durch Umströmung weitgehend abschirmt.

In den nachstehend beschriebenen Beispielen wird die Sekundärströmung (Vgl. oben) zunächst über nicht gezeigte Führungen durch die Kanalwand 6 ins hohle Innere der Wirbel-Generatoren eingeleitet. Damit wird, ohne weitere Dispositiven vorzusehen, eine interne Kühlmöglichkeit für die Wirbel-Generatoren geschaffen.

In Fig. 10 wird der Brennstoff über Wandbohrungen 224 eingedüst, welche sich innerhalb der Dachfläche 210 unmittelbar hinter und entlang der quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante 215. Die Kühlung des Wirbel-Generators erfolgt hier mehr extern als intern. Die austretende Sekundärströmung bildet beim Umströmen der Dachfläche 210 eine diese gegen die heisse Hauptströmung 4 abschirmende Schutzschicht.

In Fig. 11 wird der Brennstoff über Wandbohrungen 225 eingedüst, welche innerhalb der Dachfläche 210 entlang der Symmetrielinie 217 gestaffelt angeordnet sind. Mit dieser Variante werden die Kanalwände 6 besonders gut vor der heissen Hauptströmung 4 geschützt, da der Brennstoff zunächst am Aussenumfang der Wirbel eingeführt wird.

In Fig. 12 wird der Brennstoff über Wandbohrungen 226 eingedüst, die sich in den längsgerichteten Kanten 212, 214 der Dachfläche 210 befinden. Diese Lösung gewährleistet eine gute Kühlung der Wirbel-Generatoren, da der Brennstoff an dessen Extremitäten austritt und somit die Innenwandungen des Elementes voll umspült. Die Sekundärströmung wird hier direkt in den entstehenden Wirbel hineingegeben, was zu definierten Strömungsverhältnissen führt.

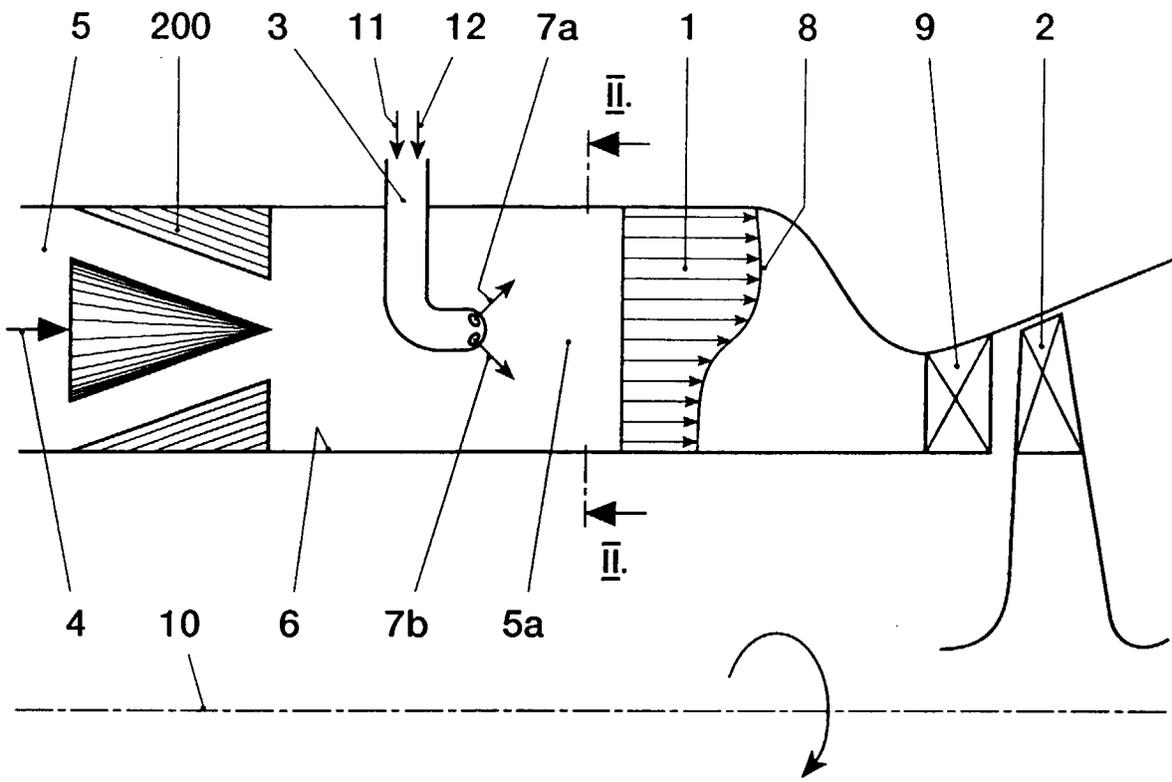
In Fig. 13 geschieht die Eindüsung über Wandbohrungen 227, die sich in den Seitenflächen 211 und 213 befinden, einerseits im Bereich der Längskanten 212 und 214, andererseits im Bereich der Verbindungskante 216. Diese Variante ist wirkungsähnlich wie jene aus Fig. 7 (Bohrungen 221) und aus Fig. 12 (Bohrungen 226).

## 25 Bezugszeichenliste

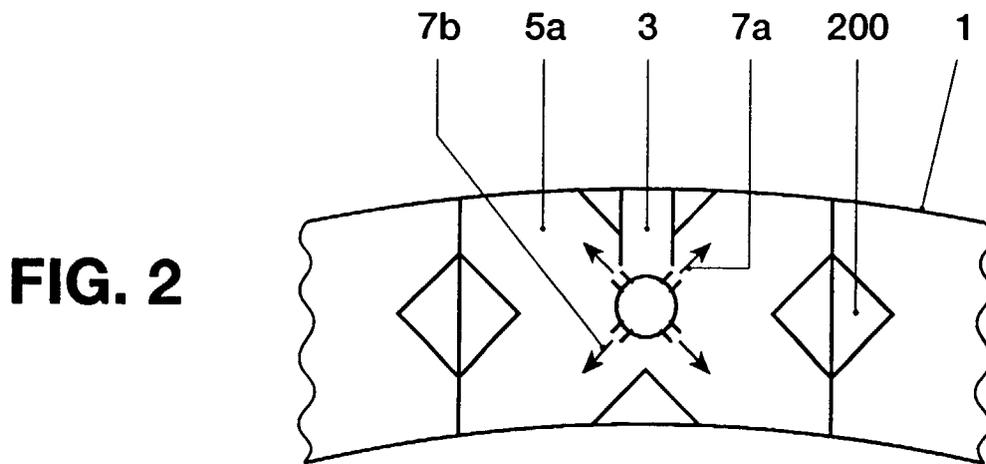
1	Ringbrennkammer
2	Turbine, Laufschaufeln der Turbine
3	Brennstofflanze
4	Hauptströmung, Verbrennungsluft
5	Zuströmzone, Kanal der Zuströmzone
5a	Vormisch- und Brennzzone
6	Kanalwand
7a	Brennstoffeindüsung
7b	Brennstoffeindüsung
8	Temperaturgestufte Front, Temperaturstufung
9	Leitschaufeln
10	Wellenachse
11	Brennstoff
12	Stützluft
200	Wirbel-Generatoren
201	Wirbel-Generator
202	Wirbel-Generator
210	Dachfläche
211, 213	Seitenflächen
212, 214	Längsgerichtete Kanten
215	Querverlaufende Kante
216	Verbindungskante
217	Symmetrieachse
218	Spitze
220-227	Bohrungen zur Eindüsung eines Brennstoffes
L, h,	Abmessungen des Wirbel-Generators
H	Höhe des Kanals
$\alpha$	Pfeilwinkel
$\Theta$	Anstellwinkel

## Patentansprüche

1. Brennkammer, welche im wesentlichen aus einem Zuströmkanal (5) und einer nachgeschalteten Vormisch- und Brennzone (5a) besteht, wobei die Brennkammer (1) jeweils stromab und stromauf einer Strömungsmaschine angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Zuströmkanal (5) Wirbel-Generatoren (200, 201, 202) angeordnet sind, dass abströmungsseitig der Wirbel-Generatoren (200, 201, 202) über mindestens eine Brennstofflanze (3) ein Brennstoff (11) in eine Verbrennungsluft (4) eindüsbar ist, und dass die Eindüsungsrichtung (7a, 7b) und die Menge des Brennstoffs (11) in Wirkverbindung mit den Wirbel-Generatoren (200, 201, 202) stehen.
2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer (1) eine Ringbrennkammer ist.
3. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirbel-Generator (200) drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken, von denen eine die Dachfläche (210) und die beiden anderen die Seitenflächen (211, 213) bilden, dass die Seitenflächen (211, 213) mit einem gleichen Wandsegment des Zuströmkanals (5) bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel ( $\alpha$ ) einschliessen, dass die Dachfläche (210) mit einer quer zum Zuströmkanal (5) verlaufende Kante (215) am gleichen Wandsegment der Kanalwand (6) anliegt wie die Seitenflächen (211, 213), und dass längsgerichtete Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) bündig mit den in den Zuströmkanal (5) hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen (211, 213) sind und unter einem Anstellwinkel ( $\Theta$ ) zum Wandsegment des Zuströmkanals (5) verlaufen.
4. Brennkammer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel ( $\alpha$ ) einschliessenden Seitenflächen (211, 213) des Wirbel-Generators (200) symmetrisch um eine Symmetrieachse (217) angeordnet sind.
5. Brennkammer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel ( $\alpha$ ,  $\alpha/2$ ) einschliessenden Seitenflächen (211, 213) eine Verbindungskante (116) miteinander umfassen, welche zusammen mit den längsgerichteten Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) eine Spitze (218) bilden, und dass die Verbindungskante (216) in der Radiale des kreisförmigen Zuströmkanals (5) liegt.
6. Brennkammer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (216) und/
- oder die längsgerichteten Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) zumindest annähernd scharf ausgebildet ist.
7. Brennkammer nach den Ansprüchen 1, 3, 4, 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Symmetrieachse (217) des Wirbel-Generators (200) parallel zur Kanalachse verläuft, dass die Verbindungskante (216) der beiden Seitenflächen (211, 213) die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators (200) bildet, und dass die quer zum durchströmten Kanal (5) verlaufende Kante (215) der Dachfläche (210) die von der Hauptströmung (4) zuerst beaufschlagte Kante ist.
8. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Höhe (h) des Wirbel-Generators (200) zur Höhe (H) des Zuströmkanals (5) so gewählt ist, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromab des Wirbel-Generators (200) die volle Höhe (H) des Zuströmkanals (5) und die volle Höhe (h) des dem Wirbel-Generator (200) zugeordneten Kanalteils ausfüllt.
9. Verfahren zum Betrieb einer Brennkammer nach Anspruch 1, welche im wesentlichen aus einer Zuströmkanal (5) und einer nachgeschalteten Vormisch- und Brennzone (5a) besteht, wobei die Brennkammer (1) jeweils stromab und stromauf einer Strömungsmaschine angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine aus der stromauf wirkenden Strömungsmaschine stammende Verbrennungsluft (4) über Wirbel-Generatoren (200, 201, 202) geleitet wird, dass diese Verbrennungsluft (4) abströmungsseitig der Wirbel-Generatoren mit einem Brennstoff (11) vermischt wird, dass die Eindüsung (7a, 7b) des Brennstoffes (11) bei unterschiedlicher Richtung und Menge in die Vormisch- und Brennzone (5a) vorgenommen wird, dergestalt, dass die Heissgase aus der Verbrennung dieses Gemisches eine temperaturgestufte Front (8) bilden, deren minimale Temperatur strömungsmässig mit der Basis der zu beaufschlagenden Schaufeln der nachgeschalteten Strömungsmaschine (2) übereinstimmt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff (11) von einer Stützluft (12) unterstützt wird.



**FIG. 1**



**FIG. 2**

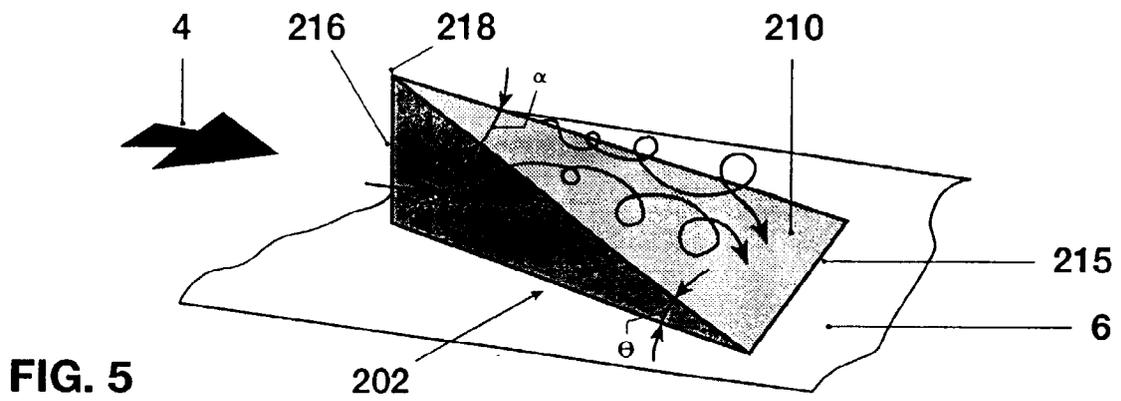
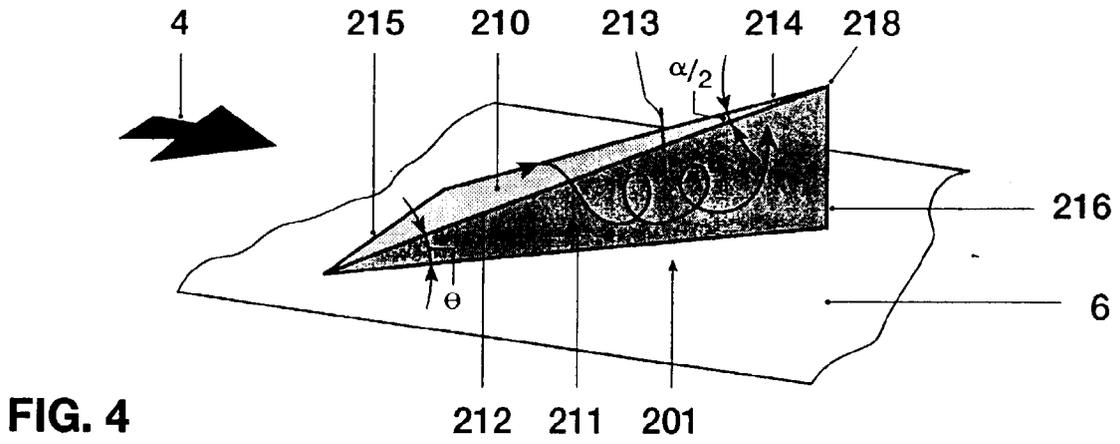
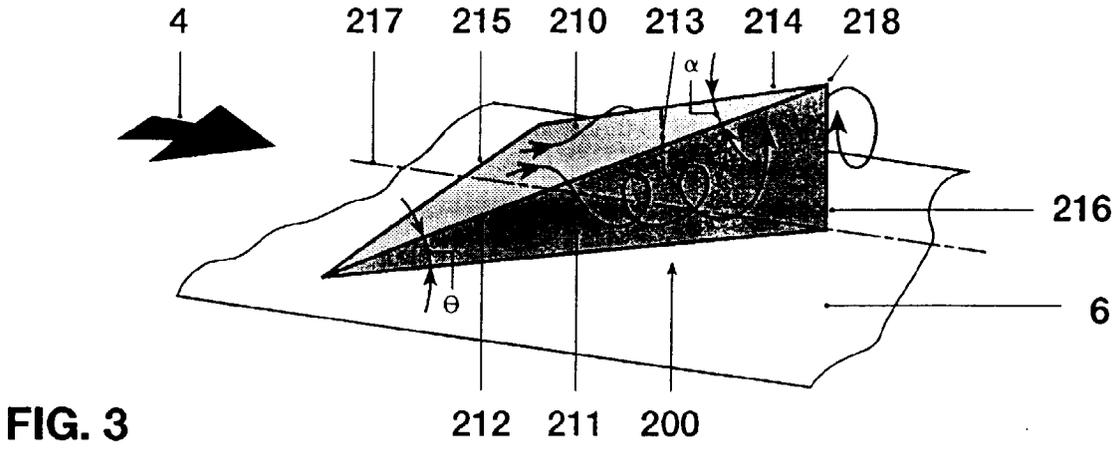
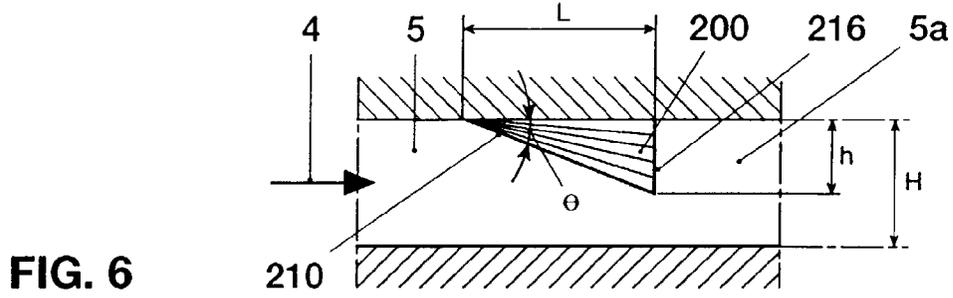


FIG. 8

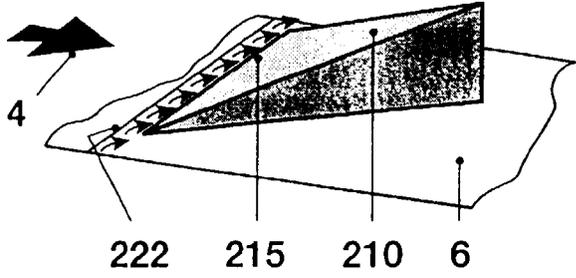


FIG. 7

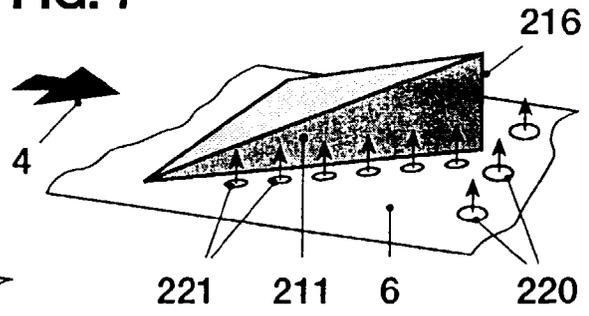


FIG. 9

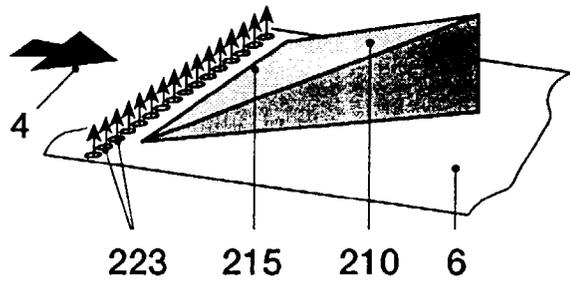


FIG. 10

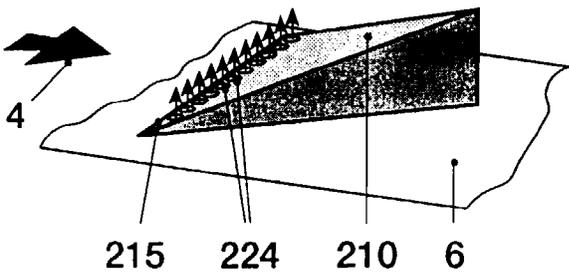


FIG. 11

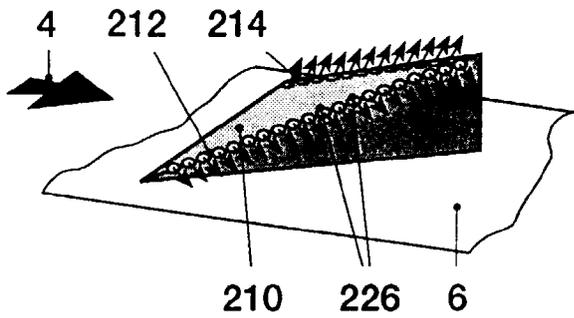
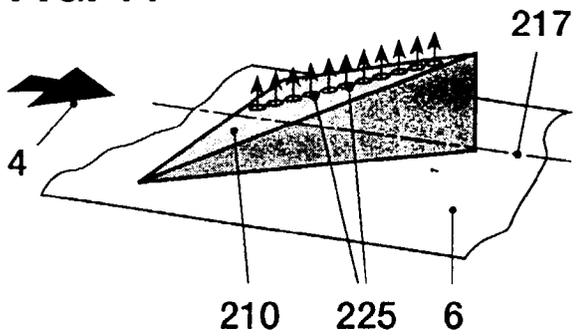


FIG. 12

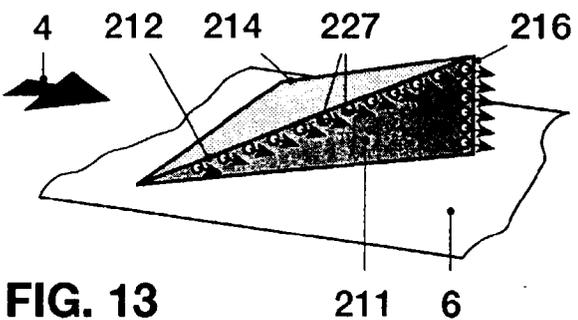


FIG. 13