

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 730 121 A2

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
04.09.1996 Patentblatt 1996/36

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: F23C 7/00, F23D 17/00

(21) Anmeldenummer: 96810089.1

(22) Anmeldetag: 15.02.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

(30) Priorität: 01.03.1995 DE 19507088

(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.  
CH-8050 Zürich 11 (CH)

(72) Erfinder:  
• Döbbling, Klaus, Dr.  
CH-5415 Nussbaumen (CH)  
• Knöpfel, Hans P.  
CH-5627 Besenbüren (CH)

• Senior, Peter, Dr.  
Leicester LE8 5PY (GB)  
• Steinbach, Christian, Dr.  
CH-5432 Neuenhof (CH)

(74) Vertreter: Klein, Ernest et al  
ABB Management AG  
TEI-Immaterialgüterrecht  
Postfach  
Wiesenstrasse 26/28  
5401 Baden (CH)

#### (54) Vormischbrenner

(57) Bei einem Vormischbrenner (1), der im wesentlichen aus mindestens einem axial oder quasi-axial verlaufenden ringförmigen Kanal für die Zuführung einer Verbrennungsluft (2) besteht, sind innerhalb dieses Kanals anströmungsseitig Wirbel-Generatoren (200) angeordnet, welche der Verbrennungsluft (2) einen Drall aufzwingen. Weiter stromab befinden sich radial angeordnete Brennstoffdüsen (12, 5) zur Eindüsung eines flüssigen (12a) oder gasförmigen (5a) Brennstoff. In Wirkverbindung mit diesen Brennstoffdüsen (12, 5) wirken dort weitere Drallerzeuger (4), welche insbesondere beim Betrieb des Vormischbrenners (1) mit einem flüssigen Brennstoff (12a) die feine Zerstäubung einleiten. Anschliessend folgt eine Verdampfungsstrecke (6), in welcher die endgültige Vergasung des Brennstoffes stattfindet. Der ringförmige Kanal erfährt im Bereich der Brennerfront (9) eine Querschnittserweiterung (10). In diesem Bereich bildet sich auch eine Rückströmzone (11), welche der Stabilisierung der Flammenfront bewirkt. Die Brennstoffeindüsung wird von der Flammenstrahlung geschützt, indem die Verdampfungsstrecke (6) eine Aufwölbung (13) beschreibt.

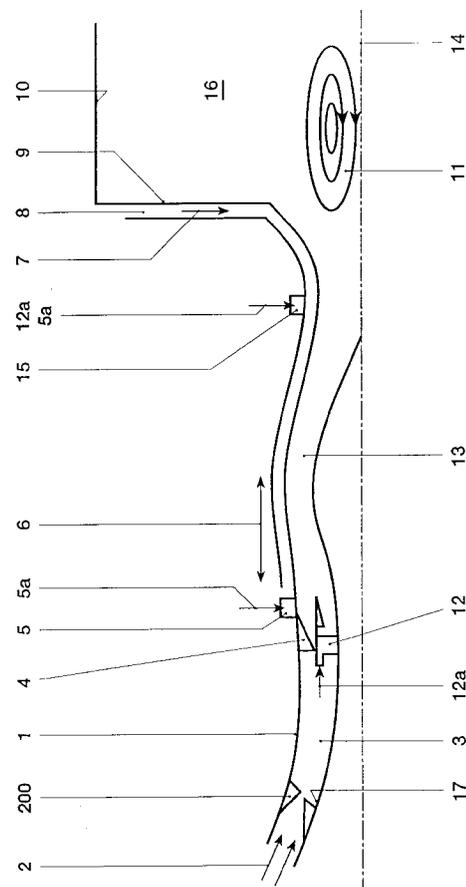


FIG. 1

EP 0 730 121 A2

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Vormischbrenner gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Vormischbrenners.

### Stand der Technik

Aus EP-0 321 809 ist ein Brenner bekanntgeworden, der eine vormischartige Verbrennung zulässt, und sonst noch eine Reihe von Vorzügen aufweist, welche in dieser Druckschrift eingehend gewürdigt sind. Dieser Brenner besteht im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern, deren jeweilige Längssymmetrieachsen zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilkörper in deren Längserstreckung tangentielle Kanäle für den Einlass eines Verbrennungsluftstromes in den Brenner bilden. Vorzugsweise wird im von den Teilkörpern gebildeten Hohlraum über eine zentrale Düse ein flüssiger Brennstoff eingedüst, während über die im Bereich der tangentialen Kanäle in Längserstreckung vorhandenen weiteren Düsen ein gasförmiger Brennstoff eingebracht wird. Bei diesem Brenner ergibt sich die Flammenstabilisation im "Premixmode" durch die Zunahme des Dralles entlang des Kegelkörpers. Dies führt am Brenneraustritt, wo bestimmungsgemäss die kritische Drallzahl vorherrscht, verbunden mit der plötzlichen brennraumbedingten Querschnittserweiterung, zu einer Rückströmzone, auch Rückströmblase genannt, auf der Brennerachse. In deren Staupunkt wird die Zündung eingeleitet. Im Teillastbereich, bei bestimmten Konstellationen, können sich jedoch Unzulänglichkeiten bezüglich der Flammenstabilisation ergeben. Das Auftreten solcher Unzulänglichkeiten wird bei diesem Brenner auf zwei Arten gelöst:

1. Indem der Teillastbereich dem tiefsten Premix-Betriebspunkt entspricht, was bei atmosphärisch betriebenen Brennern mit Rauchgasrezirkulation der Fall ist;
2. Indem im Teillastbereich Brennstoff über die Kopfstufe (Brennerachse) beigemischt wird, was bei Gasturbinenbetrieb zur Anwendung gelangt.

Beide Lösungen vermögen indessen nicht immer zu befriedigen, da entweder bei (1) der Druckabfall über den Brenner mit der Last steigt kann, oder bei (2) die NO<sub>x</sub>-Emissionen durch den Uebergang vom Premix- auf Diffusionsmode ansteigen können. Kommt hinzu, dass beim genannten Brenner noch etwa 2% der Luft für die Kühlung der Brennerfront benötigt werden. Diese Luft wird erst im Bereich der Flamme in den Brennraum

oder in die Brennkammer eingeleitet und vermischt sich somit nur unvollständig mit dem vorgängig eingedüsten Brennstoff. Dadurch steigt die Flammentemperatur um ca. 20°C: Es besteht hier sonach die latente Gefahr, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionen deswegen ansteigen könnten. Des weiteren muss berücksichtigt werden, dass der Brenner im Vormischbetrieb auch mit einem flüssigen Brennstoff betrieben werden sollte, ohne deswegen höhere Schadstoff-Emissionswerte in Kauf nehmen zu müssen.

### Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Vormischbrenner und einem Verfahren der eingangs genannten Art eine Konfiguration vorzuschlagen, welche bei einem Betrieb sowohl mit flüssigen als auch gasförmigen Brennstoffen gleichtiefe Schadstoff-Emissionen zu erzeugen vermag. Des weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, die Betriebssicherheit des Vormischbrenners zu maximieren.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass der Brenner im Vormischbetrieb sowohl mit flüssigen als auch gasförmigen Brennstoffen ohne Veränderung seines Aufbaus unter extrem niedrigen Emissionswerten zu betreiben ist. Somit ist es möglich, die Brennstoffart im Verlaufe des Betriebes nach Bedarf zu ändern, ohne deswegen auf die Konfiguration des Brenners eingreifen zu müssen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Kühlung der thermisch hochbelasteten Frontwand des Brenners, nachfolgend Brennerfront genannt, und deren Umgebung durch einen entlang der belasteten Wände strömenden Kühlluftstrom bewerkstelligt wird, dergestalt, dass selbst im Falle eines Flammenrückschlages der Flamme ins Innere des Brenners keine Zerstörung desselben stattfinden kann.

Der Brenner weist eine einfache geometrische Form auf, wobei die Länge der Verdampfungs- und Mischstrecke entsprechend gewählt werden kann. Nach der Brennstoff zugabe befinden sich im Strömungsfeld keine Einbauten mehr, wodurch die Strömung optimal geführt werden kann. Dadurch, dass die Verdampfungs- und Mischstrecke frei gewählt werden kann, kann sie des weiteren mit einer radialen Ablenkung versehen werden, welche die Mischzone aus der direkten Flammenstrahlung wegnimmt.

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

Im folgenden wird anhand der Figur Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

- Fig. 1 einen Vormischbrenner von ringförmiger Form,
- Fig. 2 eine perspektivischer Darstellung eines Wirbel-Generators,
- Fig. 3 eine Ausführungsvariante des Wirbel-Generators,
- Fig. 4 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators nach Fig. 3,
- Fig. 5 einen Wirbel-Generator im Vormischkanal und
- Fig. 6-12 Varianten der Brennstoffzuführung im Zusammenhang mit Wirbel-Generatoren.

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwertbarkeit

Die Figur zeigt einen rotationssymmetrischen Vormischbrenner 1, wie dies aus der Mittelachse 14 hervorgeht. Der Vormischbrenner 1 kann indessen auch aus einem einzelnen Rohr bestehen, oder mehrere Rohre können sich ringartig um die Mittelachse 14 anordnen. Dieser Vormischbrenner 1 ist unter anderen im Bereich der Brennerfront 9 durch einen radial und in Umfangsrichtung verlaufenden Einströmungskanal 8 charakterisiert. Durch diesen Einströmungskanal 8 strömt Kühlluft 7, welche die genannte Brennerfront 9 fortlaufend kühlt. Die Kühlluftströmung wird dann durch eine Umlenkung entlang der Aussenschale des Vormischbrenners 1 weitergeführt. Die erwähnte Kühlluft wird nach Beendigung des Kühlprozesses vorzugsweise und an geeigneter Stelle in den Vormischbrenner 1 eingeführt. Die hier vorgesehene Kühlung ist an sich eine Konvektivkühlung, wobei die Röhrführung des Vormischbrenners 1 ohne weiteres in Umfangsrichtung und axial gelocht sein kann, womit dann eine Effusionskühlung resp. eine Filmkühlung zum Tragen kommt. Am Anfang des Vormischbrenners 1 sind Drallkörper 200, im folgenden Wirbel-Generatoren genannt, vorgesehen, welche der einströmenden Verbrennungsluft 2 einen Drall aufzwingen. Auf die Ausführung diese Wirbel-Generatoren 200 wird in den Fig. 2-12 näher eingegangen. Bei dieser Verbrennungsluft 2 kann es sich um Frischluft oder um ein mit rückgeführtem Rauchgas gebildetes Gemisch handeln, wobei sowohl die Frischluft als auch das Gemisch wahlweise mit einem Brennstoff angereichert sein können. Des weiteren kann die Verbrennungsluft 2 je nach Betriebsart auch kalorisch vorbehandelt sein. Die eigentliche Brennstoffeindüsung in den Vormischbrenner 1 geschieht stromab der genann-

ten Wirbel-Generatoren 200. Beim Betrieb des Vormischbrenners 1 mit einem flüssigen Brennstoff 12a ist im Durchströmungskanal mindestens eine Brennstoffdüse 12 angeordnet, welche vorzugsweise als Zerstäubungsdüse ausgelegt ist. Unmittelbar stromauf dieser Brennstoffdüse 12 ist mindestens ein weiterer Drallerzeuger 4 angeordnet, der gegenüber der unmittelbar stromab vorgenommenen Brennstoffeindüsung axial, radial oder unter einem gewissen Winkel durchströmt wird. Der durch die Brennstoffdüse 12 bereitgestellte flüssige Brennstoff 12a wird durch die aufgrund der Auslegung des Drallerzeugers 4 gerichtete Verbrennungsluft-Strömung fortlaufend eingedrallt, dergestalt, dass hierdurch eine feine Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes 12a mit Tropfengrößen  $< 20 \mu\text{m}$  entstehen. Der genannte Drallerzeuger 4, wobei auf der inneren Aussenwand des Durchflussquerschnittes auch mehrere angeordnet sein können, kann über den Umfang die Form eines Schaufelgitters haben, oder eine entsprechend abgewandelte Form des vorne gewürdigten Brenners nach EP-0 321 809 aufweisen. Selbstverständlich können diese Drallerzeuger 4 nach der Technik der Wirbel-Generatoren 200 aufgebaut sein. Auf die stromauf disponierten Wirbel-Generatoren 200 am Anfang des Vormischbrenners 1 kann unter gewissen Umständen verzichtet werden, wobei anzumerken ist, dass diese im Normalbetrieb durch die dort stattfindende Beschleunigung der Verbrennungsluft 2 eine Verbesserung des nachfolgenden Prozesses bewirken. Diese Wirbel-Generatoren 200 sind innerhalb der Zuströmzone 3 verschiedentlich um die innere und äussere Kanalwand 17 des Durchflussquerschnittes plaziert. Abströmungsseitig der durch die Interdependenz von Brennstoffdüse 12 und Drallerzeuger 4 stattfindenden Zerstäubung des eingegebenen flüssigen Brennstoffes 12a soll eine genügend lange Verdampfungsstrecke 6 vorgesehen werden, damit die Vergasung des flüssigen Brennstoffes 12a vor Erreichen der Brennerfront 9 abgeschlossen ist. Die Querschnittsfläche des Vormischbrenners wird ab dem Drallkörper 4 bis zum Ende des Nabenkörpers, also bis im Bereich der Brennerfront 9, vorzugsweise konstant gehalten, danach wird ein Wirbelaufplatzen durch eine diffusorartige Erweiterung und zusätzlich durch eine sprungartige Erweiterung auf den Querschnitt 10 des Brennräume 16 erreicht. Die sich hier daraus bildende Rückströmzone 11 ermöglicht einen Betrieb des Vormischbrenners 1 auch bei sehr brennstoffarmen Bedingungen. Für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff 5a wird der Vormischbrenner 1 in Umfangsrichtung und stromab der nun um die Innenwand des Durchflussquerschnittes disponierten Drallerzeuger 4 mit einer Reihe von Eindüsungsanlagen 5 ergänzt, wobei vorzugsweise zu jedem Drallerzeuger 4 eine entsprechende Brennstoffeindüsung vorgesehen wird, dies um das gewünschte Brennstoffverhältnis zu jedem Längswirbel besser zu erreichen. Für den Betrieb in niedriger Teillast können etwa am Ende des Nabenkörpers zusätzliche Brennstoffdüsen 15 für einen flüssigen und/oder gasför-

migen Brennstoff 12a, 5a vorgesehen werden. Allgemein ist zu sagen, dass der Vormischbrenner 1 ohne weiters im Dualbetrieb betrieben werden kann. Stromab der Haupt-Brennstoffeindüsen 12a, 5a, weist die Querschnittsführung des Vormischbrenners 1 eine radiale Umlenkung im Sinne einer Aufwölbung 13 auf, welche verhindert, dass die Flammenstrahlung auf das Brennstoffspray einwirken kann und es entzünden könnte. Da die Brennstoffdüse 12 in der beschriebenen Anordnung mit einem sehr hohen Massenstromverhältnis betrieben wird, lässt sich der erforderliche Vergasungsgrad des flüssigen Brennstoffes 12a ohne weiteres erreichen.

In den Figuren 2, 3 und 4 ist die eigentliche Zuströmzone 3 nicht dargestellt. Dargestellt ist hingegen durch einen Pfeil die Strömung der Verbrennungsluft 2, 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 17 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 17, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel  $\alpha$  einschliessenden Seitenflächen 211, 213 sind in Fig. 4 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 17 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 17, 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 17 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 2 in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt, wie dies in den Figuren schematisch skizziert ist. Die Wirbelachsen liegen in der Achse dieser Hauptströmung. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (Rückströmzone = 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. 5 noch detailliert zur Ausführung gelangen wird.

In Fig. 2 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. 3 ist ein sogenannter halber "Wirbel-Generator" auf der Basis eines Wirbel-Generators nach Fig. 2 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. 4 unterscheidet sich gegenüber Fig. 2 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. 5 zeigt die grundsätzliche Geometrie eines in einem Kanal 3 eingebauten Wirbel-Generators 200. In der Regel wird man die Höhe  $h$  der Verbindungskante 216 mit der Kanalhöhe  $H$ , oder der Höhe des Kanalteils, welchem 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 2 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, weist einen wesentlichen kleineren Massenstrom als die Hauptströmung auf. Diese Sekundärströmung wird im vorliegenden Fall stromabwärts des Wirbel-Generators in die Hauptströmung eingeleitet, wie dies aus Fig. 1 besonders gut hervorgeht.

Die Wirbel-Generatoren 200 werden mit Abstand zueinander über die äussere und innere Wand des Kanals 3 verteilt. Selbstverständlich können die Wirbel-Generatoren in Umfangsrichtung auch so aneinander gereiht werden, dass keine Zwischenräume an der Kanalwand 17 freigelassen werden. Für die Wahl der Anzahl und der Anordnung der Wirbel-Generatoren ist letztlich der zu erzeugenden Wirbel entscheidend.

Die Figuren 6-12 zeigen weitere mögliche Formen der Einführung des Brennstoffes in die Verbrennungsluft-Hauptströmung 2. Diese Varianten können auf vielfältige Weise miteinander und mit einer zentralen Brennstoffeindüsung kombiniert werden.

In Fig. 6 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 17 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. 7 und 8 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 17 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 2 eingegeben wird und den nachplazierten Wirbel-Generator als Schutzfilm allenfalls gegen eine nunmehr heisse Hauptströmung 2 durch Umströmung weitgehend abschirmt.

In den nachstehend beschriebenen Beispielen wird die Sekundärströmung (Vgl. oben) zunächst über nicht gezeigte Führungen durch die Kanalwand 17 ins hohle Innere der Wirbel-Generatoren eingeleitet. Damit wird, ohne weitere Dispositiven vorzusehen, eine interne Kühlmöglichkeit für die Wirbel-Generatoren geschaffen.

In Fig. 9 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 gegen eine allenfalls heisse Hauptströmung 2 abschirmende Schutzschicht.

In Fig. 10 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 17 besonders gut vor einer allenfalls heissen Hauptströmung 2 geschützt, da der Brennstoff zunächst am Aussenumfang der Wirbel eingeführt wird.

In Fig. 11 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. 12 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. 6 (Bohrungen 221) und aus Fig. 11 (Bohrungen 226).

#### Bezugszeichenliste

25	1	Vormischbrenner
	2	Verbrennungsluft, Hauptströmung
	3	Zuströmzone
	4	Drallerzeuger
30	5	Eindüsungslanzen
	5a	Gasförmiger Brennstoff
	6	Verdampfungsstrecke
	7	Kühlluft
	8	Kühlluft-Einströmungskanal
35	9	Brennerfront
	10	Brennraumquerschnitt
	11	Rückströmzone
	12	Brennstoffdüsen
	12a	Flüssiger Brennstoff
40	13	Aufwölbung
	14	Mittelachse
	15	Brennstoffdüsen
	16	Brennraum
	17	Kanalwand
45	200, 201, 202	Wirbel-Generatoren
	210	Dachfläche
	211, 213	Seitenflächen
	212, 214	Längsgerichtete Kanten
	215	Querverlaufende Kante
50	216	Verbindungskante
	217	Symmetrieachse
	218	Spitze
	220-227	Bohrungen zur Eindüsung eines Brennstoffes
55	L, h,	Abmessungen des Wirbel-Generators
	H	Höhe des Kanals
	$\alpha$	Pfeilwinkel

Θ Anstellwinkel

der Seitenflächen (211, 213) sind und unter einem Anstellwinkel ( $\Theta$ ) zum Wandsegment des Kanals (3) verlaufen.

### Patentansprüche

1. Vormischbrenner, im wesentlichen bestehend aus mindestens einem axial oder quasi-axial sich erstreckenden rohrförmigen Kanal für die Zuführung einer Verbrennungsluft, aus innerhalb des rohrförmigen Kanals angeordneten Mitteln zur Erzeugung einer Drallströmung und aus Düsen zur Einbringung eines Brennstoffes, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Erzeugung einer Drallströmung im von der Verbrennungsluft (2) durchströmten Kanal (3) Wirbel-Generatoren (4, 200, 201, 202) sind, dass der Vormischbrenner (1) radial angeordnete Düsen (5, 12) zur Einbringung eines flüssigen (12a) oder gasförmigen (5a) Brennstoffes aufweist, dass die Düsen (5, 12) in Wirkverbindung mit mindestens einem Wirbel-Generator (4, 200, 201, 202) stehen, dass abströmungsseitig der Düsen (5, 12) eine bis zur Brennerfront (9) des Vormischbrenners (1) verlaufende Verdampfungsstrecke (6) vorhanden ist.
2. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungsstrecke (6) in axialer Ebene gegenüber dem Brennraum (16) eine in radialer Richtung abstehende Aufwölbung (13) aufweist.
3. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungsstrecke (6) unter einem Querschnittsprung (10) in den Brennraum (16) übergeht.
4. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennerfront (9) mit einer Kühlluft (7) gekühlt ist.
5. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vormischbrenner (1) einen ringförmigen Durchflussquerschnitt aufweist.
6. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein 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 (17) des Kanals (3) bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel ( $\alpha$ ) einschliessen, dass die Dachfläche (210) mit einer quer zum durchströmten Kanal (3) verlaufende Kante (215) am gleichen Wandsegment des Kanals (3) anliegt wie die Seitenflächen (211, 213), und dass längsgerichtete Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) bündig mit den in den Kanal (3) hineinragenden längsgerichteten Kanten
7. Brennkammer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel ( $\alpha$ ) einschliessenden Seitenflächen (211, 213) des Wirbel-Generators (200) symmetrisch um eine Symmetrieachse (217) angeordnet sind.
8. Brennkammer nach Anspruch 6, 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 Kanals (5) liegt.
9. Brennkammer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (216) und/oder die längsgerichteten Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) zumindest annähernd scharf ausgebildet ist.
10. Brennkammer nach den Ansprüchen 1, 6 bis 8, 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 (3) verlaufende Kante (215) der Dachfläche (210) die von der Verbrennungsluft (2) zuerst beaufschlagte Kante ist.
11. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Höhe (h) des Wirbel-Generators zur Höhe (H) des Kanals (3) so gewählt ist, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromab des Wirbel-Generators (200) die volle Höhe (H) des Kanals (3) und die volle Höhe (h) des dem Wirbel-Generator (200) zugeordneten Kanalteils ausfüllt.
12. Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners nach Anspruch 1, im wesentlichen bestehend aus mindestens einem axial oder quasi-axial sich erstreckenden rohrförmigen Kanal für die Zuführung einer Verbrennungsluft, aus innerhalb des rohrförmigen Kanals angeordneten Mittel zur Erzeugung einer Drallströmung und aus Düsen zur Einbringung eines Brennstoffes, dadurch gekennzeichnet, dass der Vormischbrenner mit einem flüssigen (12a) oder gasförmigen (5a) Brennstoff betrieben wird, dass die Düse (12) für den flüssigen Brennstoff (12a) direkt mit mindestens einem Drallerzeuger (4) zur Bildung einer minimierten Zerstäubung des eingedüsten flüssigen Brennstoffes (12a) ope-

riert, dass die Düse (5) für den gasförmigen Brennstoff (5a) mit denselben und/oder weiteren Drallerzeugern (200, 201, 202) operiert, dass das brennfähige Gemisch über eine anschließende Verdampfungsstrecke (6) optimiert wird, und dass sich am Ende des Vormischbrenners (1) am Uebergang zum Brennraum (16) durch eine sich dort bildende Ruchströmzone (11) die Flammenfront stabilisiert wird.

5

10

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrieb des Vormischbrenners (1) in niedriger Teillast durch innerhalb der Verdampfungsstrecke (6) angeordnete weitere Brennstoffdüsen (15) aufrechterhalten wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

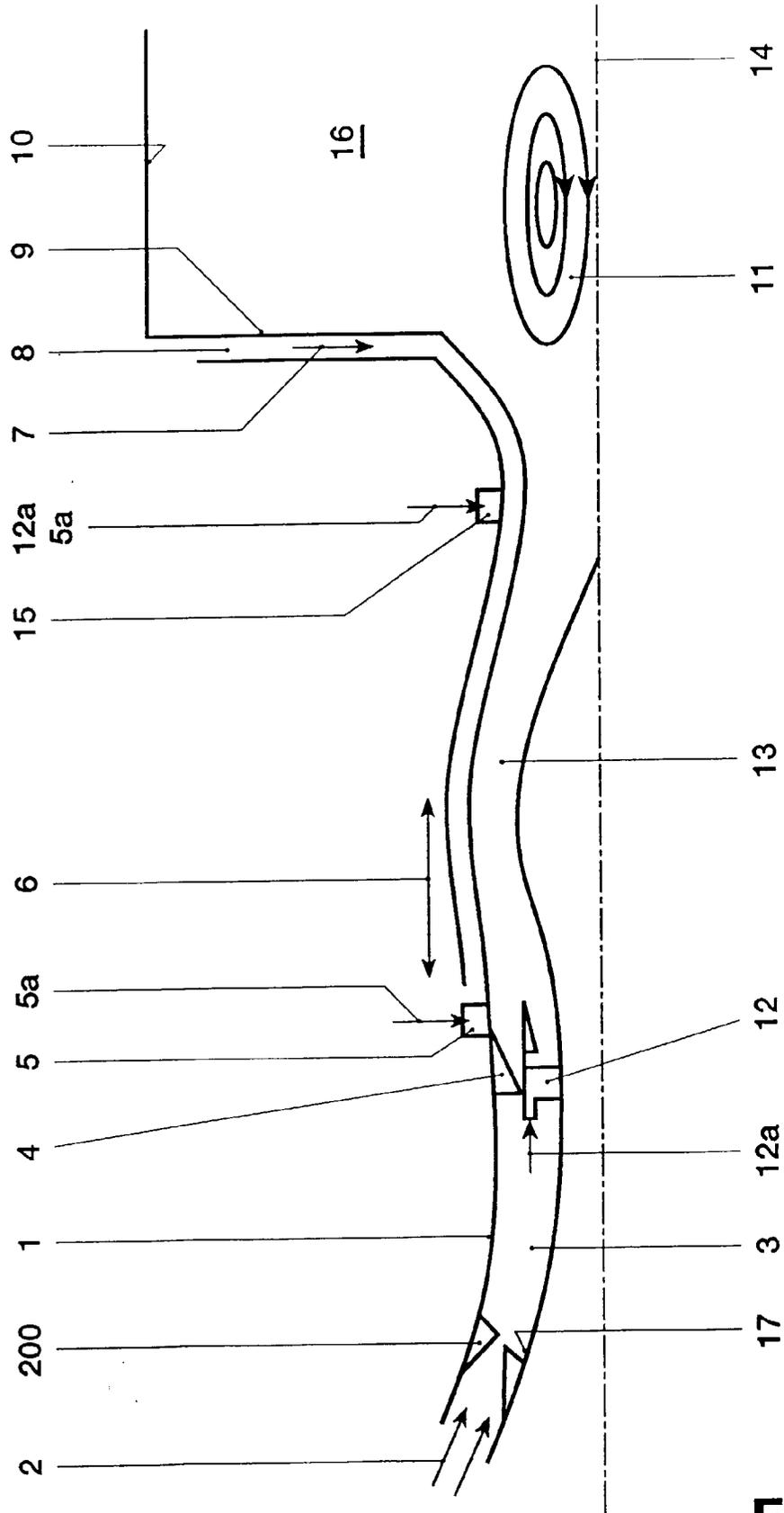


FIG. 1

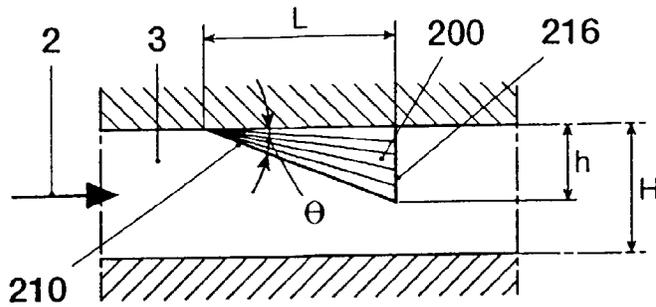


FIG. 5

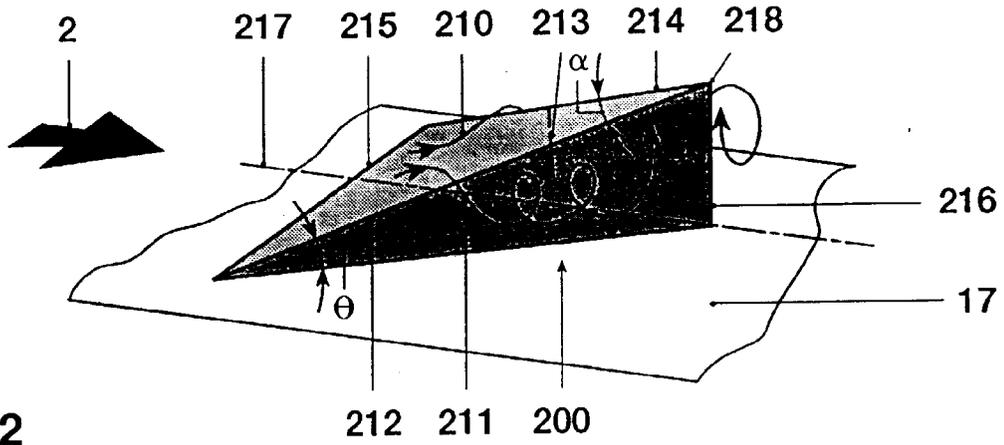


FIG. 2

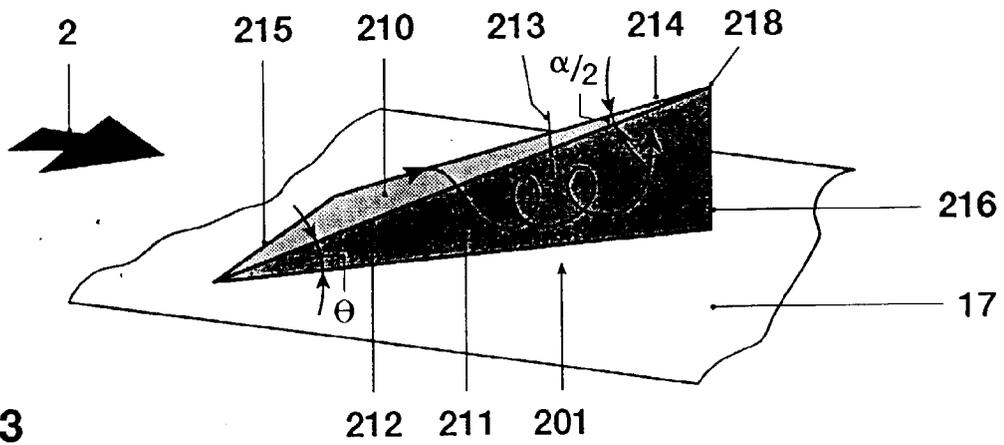


FIG. 3

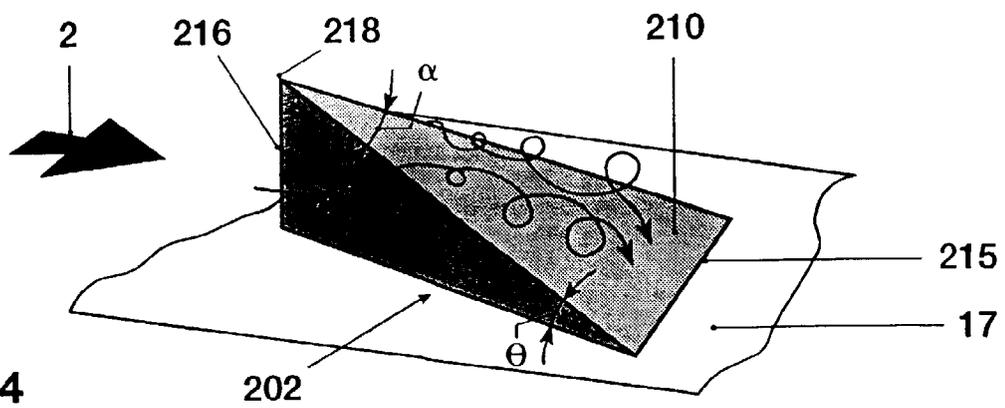


FIG. 4

FIG. 7

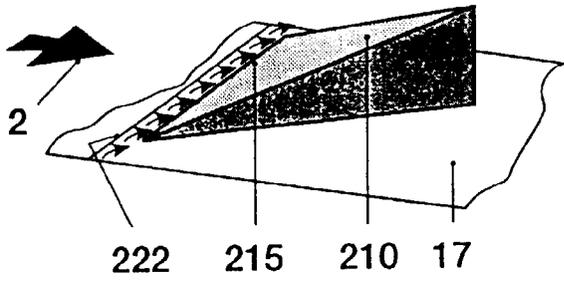


FIG. 6

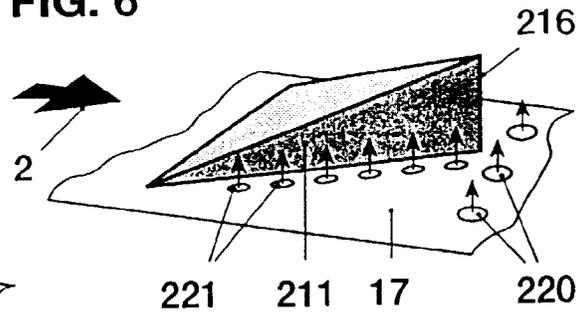


FIG. 8

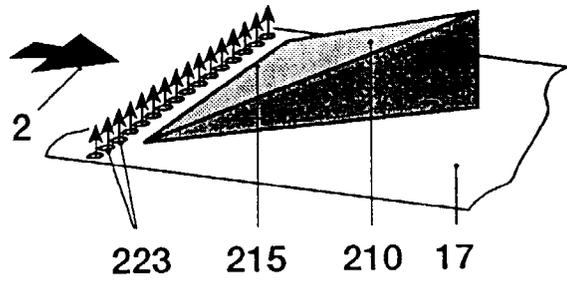


FIG. 9

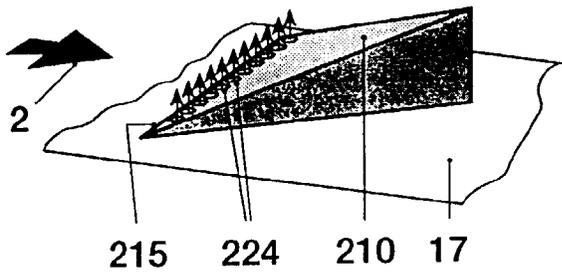


FIG. 10

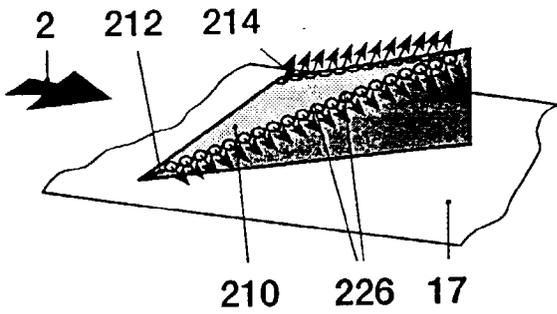
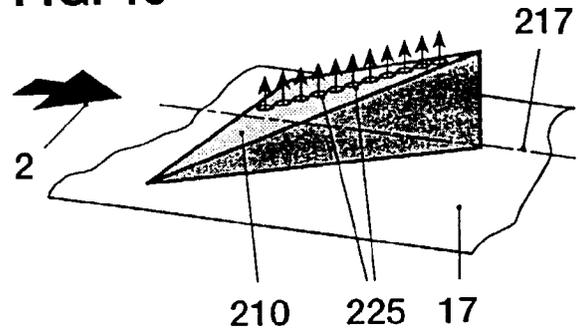


FIG. 11

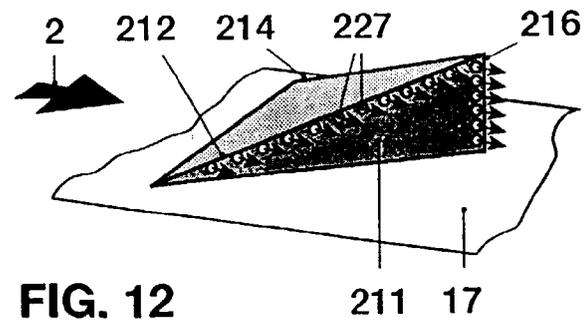


FIG. 12