



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer : **95810184.2**

⑤① Int. Cl.⁶ : **F23D 23/00, F23D 14/22, F23D 11/40**

⑱ Anmeldetag : **17.03.95**

⑳ Priorität : **02.04.94 DE 4411622**

⑦② Erfinder : **Althaus, Rolf, Dr.**
The Entente 20F./Nr.2003,
5-15 Koyo-cho-Naka
Higashinada-ku, Kobe 658 (JP)
 Erfinder : **Keller, Jakob, Prof. Dr.**
17610 NE 35th court
Redmond, Washinton 98052 (US)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
04.10.95 Patentblatt 95/40

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB

⑦① Anmelder : **ABB Management AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

⑤④ **Vormischbrenner.**

⑤⑦ Ein Vormischbrenner besteht aus einem nach dem Doppelkegelprinzip arbeitenden Pilotbrenner und mehreren um den Pilotbrenner herum angeordneten Hauptbrennern. In die, einen kreisförmigen Kanal (20) aufweisenden Hauptbrenner (52) wird ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung in eine gasförmige Hauptströmung eingedüst. Die Hauptströmung wird zunächst über Wirbel-Generatoren (9) geführt, von denen über dem Umfang des durchströmten Kanals (20) mehrere nebeneinander angeordnet sind.

Stromabwärts der Wirbel-Generatoren ist eine Venturidüse (50) angeordnet. Die Sekundärströmung wird im Bereich der grössten Einschnürung der Venturidüse in den Kanal (20) eingeleitet.

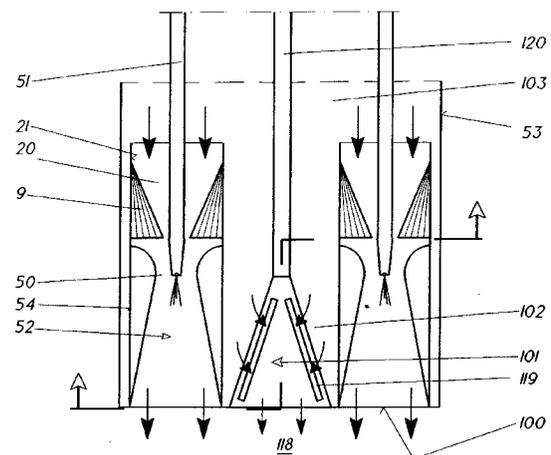


FIG. 1

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner, im wesentlichen bestehend aus einem Pilotbrenner und mehreren um den Pilotbrenner herum angeordneten Hauptbrennern.

5

Stand der Technik

Sowohl im Ölbetrieb bei sehr hohem Druck als auch im Gasbetrieb mit stark wasserstoffhaltigen Gasen kann es bei Vormischbrennern vorkommen, dass die Zündverzugszeiten derart kurz werden, dass flammhaltende Brenner nicht mehr als sogenannte Low-Nox-Brenner einsetzbar sind.

10

Die Einmischung von Brennstoff in eine in einem Vormischkanal strömenden Brennluftströmung geschieht in der Regel durch radiale Eindüsung des Brennstoffs in den Kanal mittels Querstrahlmischern. Der Impuls des Brennstoffs ist indes so gering, dass eine nahezu vollständige Durchmischung erst nach einer Strecke von ca. 100 Kanalhöhen erfolgt ist. Auch Venturimischer kommen zur Anwendung. Bekannt ist auch die Eindüsung des Brennstoffs über Gitteranordnungen. Schliesslich wird auch das Eindüsen vor besonderen Drallkörpern angewendet.

15

Die auf der Basis von Querstrahlen oder Schichtströmungen arbeitende Vorrichtungen haben entweder sehr lange Mischstrecken zur Folge oder verlangen hohe Einspritzimpulse. Bei Vormischung unter hohem Druck und unterstöchiometrischen Mischverhältnissen besteht die Gefahr von Rückschlagen der Flamme oder gar von Selbstzündung des Gemischs. Strömungsablösungen und Totwasserzonen im Vormischrohr, dicke Grenzschichten an den Wandungen oder eventuell extreme Geschwindigkeitsprofile über dem durchströmten Querschnitt können die Ursache für Selbstzündung im Rohr sein oder Pfade bilden, über die die Flamme aus der stromab liegenden Verbrennungszone in das Vormischrohr zurückschlagen kann. Der Geometrie der Vormischstrecke muss demnach höchste Beachtung geschenkt werden.

20

Als flammenhaltende Brenner können die sogenannten Vormischbrenner der Doppelkegelbauart bezeichnet werden. Derartige Doppelkegelbrenner sind beispielsweise aus der EP-B1-0 321 809 bekannt und werden später zu Fig. 1 und 3 beschrieben. Der Brennstoff, dort Erdgas, wird in den Eintrittsspalten in die vom Verdichter heranströmende Verbrennungsluft über eine Reihe von Injektordüsen eingespritzt. Diese sind in der Regel über den ganzen Spalt gleichmässig verteilt.

25

Um eine verlässliche Zündung des Gemischs in der nachgeschalteten Brennkammer und einen genügenden Ausbrand zu erzielen, ist eine innige Mischung des Brennstoffs mit der Luft erforderlich. Eine gute Durchmischung trägt auch dazu bei, sogenannte "hot spots" in der Brennkammer zu vermeiden, die unter anderem zur Bildung des unerwünschten NO_x führen.

30

Die oben erwähnte Eindüsung des Brennstoffs über klassische Mittel wie beispielsweise Querstrahlmischer ist schwierig, da der Brennstoff selbst einen ungenügenden Impuls aufweist, um die erforderliche grossskalige Verteilung und die feinskalige Mischung zu erreichen.

35

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei einem Vormischbrenner der eingangs genannten Art eine Massnahme zu schaffen, mit welcher innert kürzester Strecke eine innige Vermischung von Brennluft und Brennstoff erzielt wird bei gleichzeitig gleichmässiger Geschwindigkeitsverteilung in der Mischzone. Ferner soll mit einem solchen Brenner ohne Verwendung eines mechanischen Flammenhalters ein Rückschlagen der Flamme mit Sicherheit vermieden werden. Die Massnahme soll zudem geeignet sein, um bestehende Vormischbrennkammern nachzurüsten.

40

45

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht,

- dass in die, einen kreisförmigen Kanal aufweisenden Hauptbrenner ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung in eine gasförmige Hauptströmung eingedüst wird,
- dass die Hauptströmung zunächst über Wirbel-Generatoren geführt wird, von denen über dem Umfang des durchströmten Kanals mehrere nebeneinander angeordnet sind,
- dass stromabwärts der Wirbel-Generatoren eine Venturidüse angeordnet ist,
- und dass die Sekundärströmung im Bereich der grössten Einschnürung der Venturidüse in den Kanal eingeleitet wird.

50

Mit dem neuen statischen Mischer, den die 3-dimensionalen Wirbel-Generatoren darstellen, ist es möglich, im Brenner ausserordentlich kurze Mischstrecken bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erzielen. Durch die Erzeugung von Längswirbel ohne Rezirkulationsgebiet ist bereits nach einer vollen Wirbelumdrehung eine grobe Durchmischung der beiden Ströme vollzogen, während eine Feinmischung infolge turbulenter Strömung und molekularer Diffusionsprozesse bereits nach einer Strecke vorliegt, die einigen wenigen Kanalhöhen ent-

55

spricht.

Diese Art der Mischung ist besonders geeignet, um den Brennstoff mit relativ geringem Vordruck unter grosser Verdünnung in die Verbrennungsluft einzumischen. Ein geringer Vordruck des Brennstoffes ist insbesondere bei der Verwendung von mittel- und niederkalorischen Brenngasen von Vorteil. Die zur Mischung erforderliche Energie wird dabei zu einem wesentlichen Teil aus der Strömungsenergie des Fluides mit dem höheren Volumenstrom, eben der Verbrennungsluft, entnommen.

Die stromabwärtige Anordnung einer Venturidüse hinter den Wirbel-Generatoren hat den Vorteil, dass man mit der grössten Einschnürung der Venturidüse ein einfaches Mittel in der Hand hat, um den Brennstoff bei kleinstem Gegendruck in die verwirbelte Strömung einzuleiten. Die Venturidüse hat bei richtiger Dimensionierung weiter den Vorteil, dass die Strömungsgeschwindigkeit darin die Flammgeschwindigkeit übersteigt, so dass die Flamme nicht in die Einspritzebene des Brennstoffs zurückschlagen kann.

Die Wirbel-Generatoren stromaufwärts der Venturidüse zeichnen sich durch eine Dachfläche und zwei Seitenflächen aus, wobei die Seitenflächen mit einer gleichen Kanalwand bündig sind und miteinander einen Pfeilwinkel α einschliessen und wobei die längsgerichteten Kanten der Dachfläche bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen und unter einem Anstellwinkel Θ zur Kanalwand verlaufen.

Der Vorteil solcher Wirbel-Generatoren ist in ihrer besonderen Einfachheit in jeder Hinsicht zu sehen. Fertigungstechnisch ist das aus drei umströmten Wänden bestehende Element völlig problemlos. Die Dachfläche kann mit den beiden Seitenflächen auf verschiedenste Arten zusammengefügt werden. Auch die Fixierung des Elementes an ebenen oder gekrümmten Kanalwänden kann im Falle von schweisssbaren Materialien durch einfache Schweissnähte erfolgen. Vom strömungstechnischen Standpunkt her weist das Element beim Umströmen einen sehr geringen Druckverlust auf und es erzeugt Wirbel ohne Totwassergebiet. Schliesslich kann das Element durch seinen in der Regel hohlen Innenraum auf die verschiedensten Arten und mit diversen Mitteln gekühlt werden.

Es ist angebracht, das Verhältnis Höhe h der Verbindungskante der beiden Seitenflächen zur Kanalhöhe H so zu wählen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators die volle Kanalhöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generator zugeordneten Kanalteils ausfüllt.

Es ist sinnvoll, wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen symmetrisch um eine Symmetrieachse angeordnet sind. Damit werden drallgleiche Wirbel erzeugt.

Wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen eine zumindest annähernd scharfe Verbindungskante miteinander bilden, die mit den Längskanten der Dachfläche zusammen eine Spitze bildet, wird der Durchströmquerschnitt kaum durch Sperrung beeinträchtigt.

Ist die scharfe Verbindungskante die austrittsseitige Kante des Wirbel-Generators und verläuft sie senkrecht zu jener Kanalwand, mit welcher die Seitenflächen bündig sind, so ist die Nichtbildung eines Nachlaufgebietes von Vorteil.

Wenn die Symmetrieachse parallel zur Kanalachse verläuft, und die Verbindungskante der beiden Seitenflächen die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators bildet, während demzufolge die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante der Dachfläche die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante ist, so werden an einem Wirbel-Generator zwei gleiche, jedoch gegenläufige Wirbel erzeugt. Es liegt ein drallneutrales Strömungsbild vor, bei welchem der Drehsinn der beiden Wirbel im Bereich der Verbindungskante aufsteigend ist.

Weitere Vorteile der Erfindung, insbesondere im Zusammenhang mit der Anordnung der Wirbel-Generatoren und der Einführung des Brennstoffs ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Teillängsschnitt eines Brenners;

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Brenner

Fig. 3A einen Querschnitt durch einen Vormischbrenner der Doppelkegel-Bauart im Bereich seines Austritts;

Fig. 3B einen Querschnitt durch denselben Vormischbrenner im Bereich der Kegelspitze;

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Wirbel-Generators;

Fig. 5 eine Ausführungsvariante des Wirbel-Generators;

Fig. 6 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators nach Fig. 4;

Fig. 7 einen Wirbel-Generator in einem Kanal;

Fig. 8 eine weitere Ausführungsvariante des Wirbel-Generators;

Fig. 9 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators nach Fig 8.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet. In den verschiedenen Figuren sind die gleichen Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Erfindungsunwesentliche Elemente wie Gehäuse, Befestigungen, Leitungsdurchführungen, die Brennstoffbereitstellung, die Regeleinrichtungen und dergleichen sind fortgelassen.

Weg zur Ausführung der Erfindung

In den Fig. 1 und 2 ist mit 53 eine zylindrische Brennerwand bezeichnet. Sie ist austrittsseitig über geeignete Mittel mit der Frontwand 100 der nicht dargestellten Brennkammer verbunden. Bei dieser Brennkammer kann es sich sowohl um eine Ringbrennkammer oder um eine Silobrennkammer handeln, wobei jeweils mehrere solche Brenner auf der Frontwand 100 angeordnet sind.

Im Innern der Brennerwand, deren eintrittsseitige Ende in Fig. 1 strichliert gezeigt ist, sind um einen zentral angeordneten Pilotbrenner 101 sechs Hauptbrenner 52 herumgruppiert. Beim Pilotbrenner handelt es sich im Beispielsfall um einen Vormischbrenner der Doppelkegelbauart, wobei dies nicht zwingend ist. Massgebend ist, dass dieser Pilotbrenner eine möglichst kleine Geometrie aufweisen soll. In ihm sollen etwa 10-30% des Brennstoffes verbrannt werden. Die Hauptbrenner 52 sind von zylindrischer Form. An deren rohrförmiger Wand 54 sind in Strömungsrichtung zunächst Wirbel-Generatoren 9 angeordnet, deren Austritt in eine Venturidüse 50 mündet. Der Brennstoff wird dem Pilotbrenner und den Hauptbrennern über Brennstoffkanäle 120 respektiv 51 zugeführt. Die Verbrennungsluft gelangt aus einem nicht dargestellten Plenum in das Gehäuseinnere 103, von wo aus sie in Pfeilrichtung in die Brenner 101, 52 einströmt.

Beim schematisch dargestellten Vormischbrenner 101 nach den Fig. 1, 3A und 3B handelt es sich um einen sogenannten Doppelkegelbrenner, wie er beispielsweise aus der EP-B1-0 321 809 bekannt ist. Im wesentlichen besteht er aus zwei hohlen, kegelförmigen Teilkörpern 111, 112, die in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelt sind. Dabei sind die jeweiligen Mittelachsen 113, 114 der beiden Teilkörper gegeneinander versetzt. Die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper bilden in deren Längserstreckung tangentiale Schlitze 119 für die Verbrennungsluft, die auf diese Weise in das Brennerinnere gelangt. Dort ist eine erste Brennstoffdüse 116 für flüssigen Brennstoff angeordnet. Der Brennstoff wird in einem spitzen Winkel in die Hohlkegel eingedüst. Das entstehende kegelige Brennstoffprofil wird von der tangential einströmenden Verbrennungsluft umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Brennstoffes fortlaufend infolge der Vermischung mit der Verbrennungsluft abgebaut. Im Beispielsfall wird der Brenner ebenfalls mit gasförmigem Brennstoff betrieben. Hierzu sind im Bereich der tangentialen Schlitze 119 in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinströmöffnungen 117 vorgesehen. Im Gasbetrieb beginnt die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft somit bereits in der Zone der Eintrittsschlitz 20. Es versteht sich, dass auf diese Weise auch ein Mischbetrieb mit beiden Brennstoffarten möglich ist.

Am Brenneraustritt 118 stellt sich eine möglichst homogene Brennstoffkonzentration über dem beaufschlagten kreisringförmigen Querschnitt ein. Es entsteht am Brenneraustritt eine definierte kalottenförmige Rücksetzzone, an deren Spitze die Zündung erfolgt. Soweit sind Doppelkegelbrenner aus der eingangs genannten EP-B1-0 321 809 bekannt.

Bevor auf den Einbau der neuen Mischvorrichtung in den Hauptbrennern 52 eingegangen wird, wird zunächst der für die Wirkungsweise der Erfindung wesentliche Wirbel-Generator 9 beschrieben.

In den Figuren 4, 5 und 6 ist der eigentliche Kanal, der von einer mit grossem Pfeil symbolisierten Hauptströmung durchströmt wird, nicht dargestellt. Gemäss diesen Figuren besteht ein Wirbel-Generator im wesentlichen aus drei frei umströmten dreieckigen Flächen. Es sind dies eine Dachfläche 10 und zwei Seitenflächen 11 und 13. In ihrer Längserstreckung verlaufen diese Flächen unter bestimmten Winkeln in Strömungsrichtung.

Die Seitenwände des Wirbel-Generators, welche aus rechtwinkligen Dreiecken bestehen, sind mit ihren Längsseiten auf einer Kanalwand 21 fixiert, vorzugsweise gasdicht. Sie sind so orientiert, dass sie an ihren Schmalseiten einen Stoss bilden unter Einschluss eines Pfeilwinkels α . Der Stoss ist als scharfe Verbindungskante 16 ausgeführt und steht senkrecht zu jener Kanalwand 21, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen 11, 13 sind in Fig. 4 symmetrisch in Form, Grösse und Orientierung und sind beidseitig einer Symmetrieachse 17 angeordnet. Diese Symmetrieachse 17 ist gleichgerichtet wie die Kanalachse.

Die Dachfläche 10 liegt mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden und sehr schmal ausgebildeten Kante 15 an der gleichen Kanalwand 21 an wie die Seitenwände 11, 13. Ihre längsgerichteten Kanten 12, 14 sind bündig mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen. Die Dachfläche verläuft unter einem Anstellwinkel θ zur Kanalwand 21. Ihre Längskanten 12, 14 bilden zusammen mit der Verbindungskante 16 eine Spitze 18.

Selbstverständlich kann der Wirbel-Generator auch mit einer Bodenfläche versehen sein, mit welcher er auf geeignete Art an der Kanalwand 21 befestigt ist. Eine derartige Bodenfläche steht indes in keinem Zusammenhang mit der Wirkungsweise des Elementes.

5 In Fig. 4 bildet die Verbindungskante 16 der beiden Seitenflächen 11, 13 die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators. Die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante 15 der Dachfläche 10 ist somit die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante.

Die Wirkungsweise des Wirbel-Generators ist folgende: Beim Umströmen der Kanten 12 und 14 wird die Hauptströmung in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt. Deren Wirbelachsen liegen in der Achse der Hauptströmung. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (vortex break down), sofern letzteres überhaupt gewünscht wird, werden bestimmt durch entsprechende Wahl des Anstellwinkels Θ und des Pfeilwinkels α . Mit steigenden Winkeln wird die Wirbelstärke bzw. die Drallzahl erhöht und der Ort des Wirbelaufplatzens wandert stromaufwärts bis hin in den Bereich des Wirbel-Generators selbst. Je nach Anwendung sind diese beiden Winkel Θ und α durch konstruktive Gegebenheiten und durch den Prozess selbst vorgegeben. Angepasst werden müssen dann nur noch die Länge L des Elementes sowie die Höhe h der Verbindungskante 16 (Fig. 7).

15 In Fig. 5 ist ein sogenannter halber "Wirbel-Generator" auf der Basis eines Wirbel-Generators nach Fig. 1 gezeigt, bei welchen nur die eine der beiden Seitenflächen des Wirbel-Generators 9a mit dem Pfeilwinkel $\alpha/2$ versehen ist. 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. Es liegt demnach stromabwärts des Wirbel-Generators kein wirbelneutrales Feld vor, sondern der Strömung wird ein Drall aufgezungen.

Im Gegensatz zu Fig. 4 ist in Fig. 6 die scharfe Verbindungskante 16 des Wirbel-Generators 9 jene Stelle, die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagt wird. Das Element ist um 180° gedreht. Wie aus der Darstellung erkennbar, haben die beiden gegenläufigen Wirbel ihren Drehsinn geändert.

25 Gemäss Fig. 7 sind die Wirbel-Generatoren in einem Kanal 20 eingebaut. In der Regel wird man die Höhe h der Verbindungskante 16 mit der Kanalhöhe H - oder der Höhe des Kanalteils, welchem dem Wirbel-Generator zugeordnet ist - so abstimmen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators bereits eine solche Grösse erreicht, dass die volle Kanalhöhe H ausgefüllt wird. Dies führt zu einer gleichmässigen Geschwindigkeitsverteilung in dem beaufschlagten Querschnitt. Ein weiteres Kriterium, welches Einfluss auf das zu wählende Verhältnis h/H nehmen kann, ist der Druckabfall, der beim Umströmen des Wirbel-Generators auftritt. Es versteht sich, dass mit grösserem Verhältnis h/H auch der Druckverlustbeiwert ansteigt.

Im dargestellten Beispiel sind gemäss Fig. 2 vier Wirbel-Generatoren 9 mit Abstand über dem Umfang des Kreisquerschnittes verteilt. Die oben angesprochene Höhe des Kanalteils, welchem dem einzelnen Wirbel-Generator zugeordnet ist, entspricht in diesem Fall dem Kreisradius. Selbstverständlich könnten die vier Wirbel-Generatoren 9 an ihren jeweiligen Wandsegmenten 21 in Umfangsrichtung auch so aneinandergereiht sein, dass keine Zwischenräume an der Kanalwand freigelassen werden. Letzlich ist hier der zu erzeugende Wirbel entscheidend.

Die Wirbel-Generatoren 9 sind hauptsächlich zum Mischen zweier Strömungen verwendet. Die Hauptströmung in Form von Brennluft attackiert in Pfeilrichtung die querverrichteten Eintrittskanten 15. Die Sekundärströmung in Form eines gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoffs weist einen wesentlich kleineren Massenstrom auf als die Hauptströmung. Sie wird im vorliegenden Fall stromabwärts der Wirbel-Generatoren in die Hauptströmung eingeleitet.

45 Gemäss Fig. 1 wird hier der Brennstoff über eine zentrale Brennstofflanze 51 eingedüst, deren Mündung sich stromabwärts der Wirbel-Generatoren befinden. Diese Lanze ist für etwa 10% des Gesamtvolumenstromes durch den Kanal 20 dimensioniert. Dargestellt ist eine Längseindüsung des Brennstoffes in Strömungsrichtung. In diesem Fall entspricht der Eindüsungsimpuls etwa jenem des Hauptströmungsimpulses. Genau so gut könnte eine Querstrahleindüsung vorgesehen werden, wobei der Brennstoffimpuls dann etwa das Doppelte desjenigen der Hauptströmung betragen muss.

50 Der eingedüste Brennstoff wird von den Wirbeln mitgeschleppt und mit der Hauptströmung vermischt. Er folgt dem schraubenförmigen Verlauf der Wirbel und wird stromabwärts der Wirbel in der Kammer gleichmässig feinverteilt. Dadurch reduziert sich die - bei der eingangs erwähnten radialen Eindüsung von Brennstoff in eine unverwirbelte Strömung - Gefahr von Aufprallstrahlen an der gegenüberliegenden Wand und die Bildung von sogenannten "hot spots".

55 Da der hauptsächlichliche Mischprozess in den Wirbeln erfolgt und weitgehend unempfindlich gegen den Eindüsungsimpuls der Sekundärströmung ist, kann die Brennstoffeinspritzung flexibel gehalten werden und an andere Grenzbedingungen angepasst werden. So kann im ganzen Lastbereich der gleiche Eindüsungsimpuls beibehalten werden. Da das Mischen durch die Geometrie der Wirbel-Generatoren be-

stimmt wird, und nicht durch die Maschinenlast, im Beispielsfall die Gasturbinenleistung, arbeitet der so konfigurierte Brenner auch bei Teillastbedingungen optimal. Der Verbrennungsprozess wird durch Anpassen der Zündverzugszeit des Brennstoffs und Mischzeit der Wirbel optimiert, was eine Minimierung der Emissionen gewährleistet.

5 Desweiteren bewirkt das intensive Vermischen ein gutes Temperaturprofil über dem durchströmten Querschnitt und reduziert überdies die Möglichkeit des Auftretens von thermoakustischer Instabilität. Allein durch ihre Anwesenheit wirken die Wirbel-Generatoren als Dämpfungsmassnahme gegen thermoakustische Schwingungen.

Um nun ein Rückzünden der Flamme in den Brenner zu vermeiden, wird stromabwärts der Wirbel-Generatoren eine Venturidüse 52 vorgesehen. Diese wird so dimensioniert, dass bei einer Austrittsgeschwindigkeit von etwa 80-150 m/sec die Strömungsgeschwindigkeit im engsten Querschnitt etwa 150-180 m/sec beträgt. Den Abstand des engsten Querschnittes zu den Austrittskanten 16 der Wirbel-Generatoren wird man so wählen, dass die erzeugten Wirbel im engsten Querschnitt bereits voll ausgebildet sind. Der Ort der Brennstoffeinspritzung befindet sich in der Ebene der grössten Einschnürung der Venturidüse.

15 Die Figuren 8 und 9 zeigen in einer Draufsicht eine Ausführungsvariante des Wirbel-Generators und in einer Vorderansicht seine Anordnung in einem kreisförmigen Kanal. Die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen 11 und 13 weisen eine unterschiedliche Länge auf. Dies bedeutet, dass die Dachfläche 10 mit einer schräg zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante 15a an der gleichen Kanalwand anliegt wie die Seitenwände. Über seiner Breite weist der Wirbel-Generator dann selbstverständlich einen unterschiedlichen Anstellwinkel Θ auf. Eine derartige Variante hat die Wirkung, dass Wirbel mit unterschiedlicher Stärke erzeugt werden. Beispielsweise kann damit auf einen der Hauptströmung anhaftenden Drall eingewirkt werden. Oder aber durch die unterschiedlichen Wirbel wird der ursprünglich drallfreien Hauptströmung stromabwärts der Wirbel-Generatoren ein Drall aufgezwungen, wie dies in Fig. 9 angedeutet ist. Eine derartige Konfiguration eignet sich gut als eigenständige, kompakte Brenneinheit. Bei der Verwendung von mehreren solcher Einheiten, 20 beispielsweise in einer Gasturbinen-Ringbrennkammer, kann der der Hauptströmung aufgezwungene Drall ausgenutzt werden, um das Querzündverhalten der Brennerkonfiguration, z.B. bei Teillast, zu verbessern.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen und gezeigten Beispiele beschränkt. Bezüglich der Anordnung der Wirbel-Generatoren im Verbund sind viele Kombinationen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Auch die Einführung der Sekundärströmung in die Hauptströmung kann auf 30 vielfältige Weise vorgenommen werden, beispielsweise nur oder zusätzlich über Wandbohrungen im Venturirohr

Bezugszeichenliste

35	9, 9a	Wirbel-Generator
	10	Dachfläche
	11	Seitenfläche
	12	Längskante
	13	Seitenfläche
40	14	Längskante
	15	quer verlaufenden Kante von 10
	16	Verbindungskante
	17	Symmetrielinie
	18	Spitze
45	20, a	Kanal
	21, a,b	Kanalwand
	Θ	Anstellwinkel
	$\alpha, \alpha/2$	Pfeilwinkel
	h	Höhe von 16
50	H	Kanalhöhe
	L	Länge des Wirbel-Generators
	50	Venturidüse
	51	Brennstofflanze
55	52	Hauptbrenner
	53	Brennerwand
	54	Hauptbrennerwand
	100	Frontwand der Brennkammer

	101	Doppelkegelbrenner
	102	Lufteintritt
	103	Gehäuseinnere
	111	Teilkörper
5	112	Teilkörper
	113	Mittelachse
	114	Mittelachse
	116	Brennstoffdüse
	117	Gaseinströmöffnung
10	118	Brenneraustritt = Brennraum
	119	tangentialer Spalt
	120	Brennstofflanze

15 Patentansprüche

1. Vormischbrenner, im wesentlichen bestehend aus einem Pilotbrenner und mehreren um den Pilotbrenner herum angeordneten Hauptbrennern, dadurch gekennzeichnet,
 - 20 - dass in die, einen kreisförmigen Kanal (20) aufweisenden Hauptbrenner (52) ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung in eine gasförmige Hauptströmung eingedüst wird,
 - dass die Hauptströmung zunächst über Wirbel-Generatoren (9) geführt wird, von denen über dem Umfang des durchströmten Kanals (20) mehrere nebeneinander angeordnet sind,
 - dass stromabwärts der Wirbel-Generatoren eine Venturidüse (50) angeordnet ist,
 - 25 - und dass die Sekundärströmung im Bereich der grössten Einschnürung der Venturidüse in den Kanal (20) eingeleitet wird.

2. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pilotbrenner nach dem Doppelkegelprinzip arbeitet mit im wesentlichen zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (111, 112), deren jeweilige Mittelachsen (113, 114) gegeneinander versetzt sind, wobei die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper in deren Längserstreckung tangentielle Kanäle (119) für die Verbrennungsluft bilden, und wobei im Bereich der tangentialen Spalte in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinströmöffnungen (117) vorgesehen sind.

- 35 3. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass ein Wirbel-Generator (9) drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche (10) und die beiden andern die Seitenflächen (11, 13) bilden,
 - dass die Seitenflächen (11, 13) mit einem gleichen Wandsegment (21) des Kanals bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel (α , α_h) einschliessen,
 - 40 - dass die Dachfläche (10) mit einer quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufenden Kante (15) am gleichen Wandsegment (21) anliegt wie die Seitenwände,
 - und dass die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem Anstellwinkel (©) zum Wandsegment (21) verlaufen.
 - 45

4. Vormischbrenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α) einschliessenden Seitenflächen (11, 13) des Wirbel-Generators (9) symmetrisch um eine Symmetrieachse (17) angeordnet sind.
- 50
5. Vormischbrenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α , α_h) einschliessenden Seitenflächen (11, 13) eine Verbindungskante (16) miteinander umfassen, welche zusammen mit den längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche (10) eine Spitze (18) bilden, und dass die Verbindungskante in der Radialen des kreisförmigen Kanals (20) liegt.
- 55
6. Vormischbrenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (16) und/oder die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche zumindest annähernd scharf ausgebildet sind.

7. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Symmetrieachse (17) des Wirbel-Generators (9) parallel zur Kanalachse verläuft, wobei die Verbindungskante (16) der beiden Seitenflächen (11, 13) die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators (9) bildet, und wobei die quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufende Kante (15) der Dachfläche (10) die von der Hauptströmung zuerst beaufschlagte Kante ist.

8. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Höhe (h) des Wirbel-Generators zur Kanalhöhe (H) so gewählt ist, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators (9) die volle Kanalhöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generator zugeordneten Kanalteils ausfüllt.

9. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärströmung über eine im Kanal (20) zentral angeordnete Brennstofflanze (51) mittels Längseindüsung oder Querstrahleindüsung eingeleitet wird.

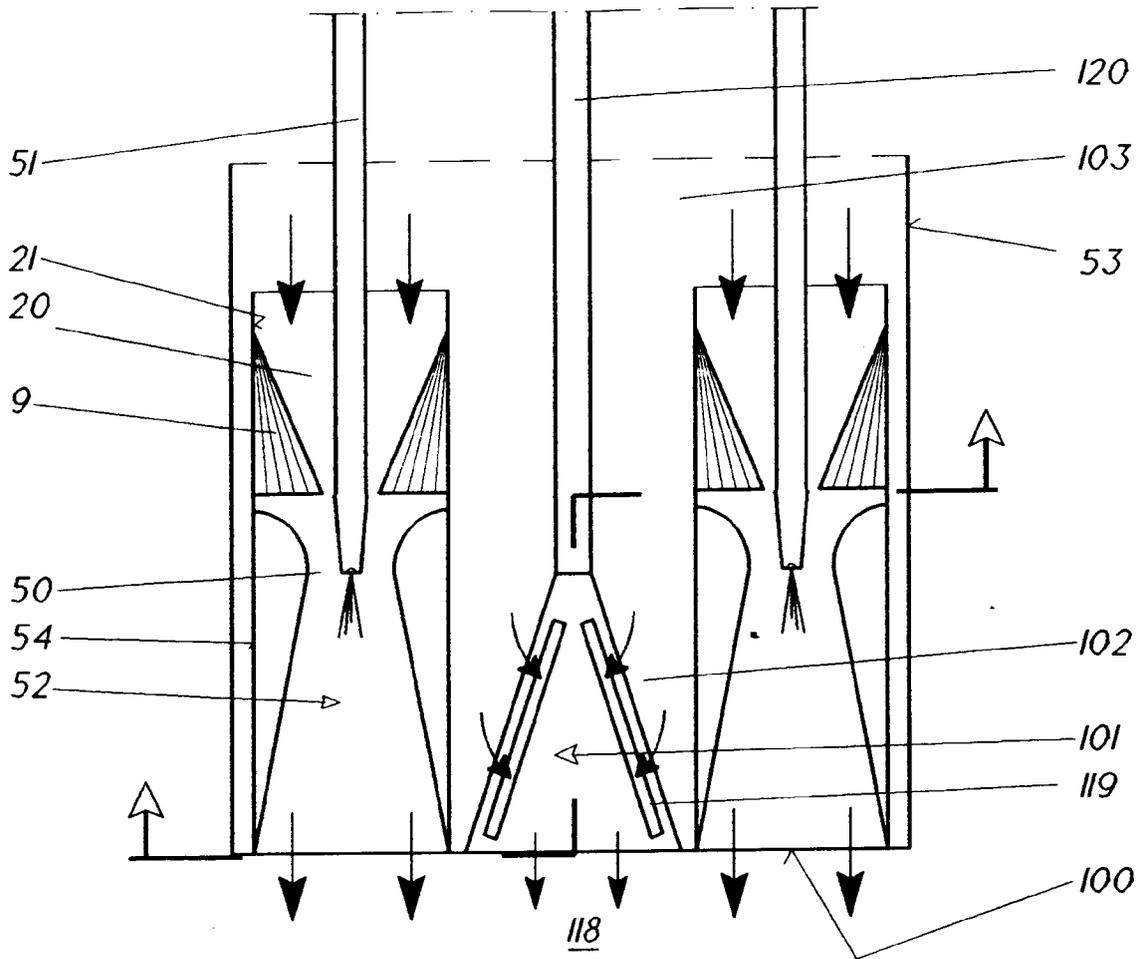


FIG. 1

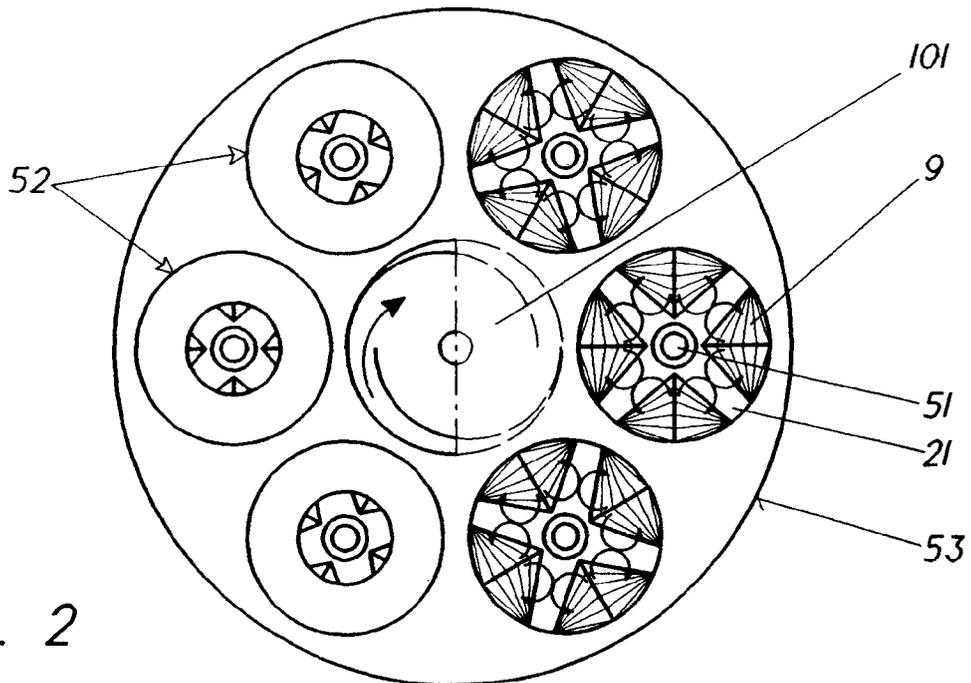


FIG. 2

