



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT
 BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① **CH 680 157 A5**

⑤ Int. Cl.⁵: **F 23 C 9/00**
F 23 L 5/04
F 23 C 7/06
F 23 D 17/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT A5**

⑳ Gesuchsnummer: 4278/89

⑦ Inhaber:
 ASEA Brown Boveri AG, Baden

㉒ Anmeldungsdatum: 01.12.1989

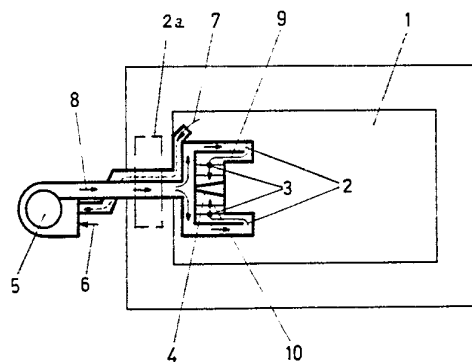
㉔ Patent erteilt: 30.06.1992

⑦ Erfinder:
 Knöpfel, Hans Peter, Besenbüren
 Pelet, Claude, Mülligen
 Peter, Hans, Schlieren

④ Patentschrift
 veröffentlicht: 30.06.1992

⑤ **Verfahren zum Betrieb einer Feuerungsanlage.**

⑤ Bei einer Feuerungsanlage wird über ein Gebläse (5), das ausserhalb der Umhüllung der Feuerungsanlage wirkt, Frischluft (6) angesaugt und mit einem Anteil Rauchgase (7), welche aus dem Brennraum (1) entnommen werden, vermischt. Das daraus entstehende Frischluft/Rauchgas-Gemisch (8) durchströmt auf seinem Weg zum Brennraum (1) einen ersten Wärmetauscher (2a), dessen kalorische Aufbereitung durch die zugeführten Rauchgase (7) zustandekommt. Im Brennraum (1) selbst durchströmt dieses Gemisch einen dort plazierten Wärmetauscher (2). Bevor das so vorerwärmte Gemisch (9) einem Brenner (4) als Verbrennungsluft zugeführt wird, erfährt es über eine Reihe von Jet-Injektoren (3) eine weitere Durchmischung mit Rauchgasen, was die Temperatur dieser Verbrennungsluft (10) erhöht, bei optimiertem Rauchgasanteil.



Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Feuerungsanlage. Sie betrifft auch einen Brenner zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb dieses Brenners.

Stand der Technik

Bei Feuerungsanlagen für beispielsweise Zentralheizungen wird bei üblicher Bauart der Brennstoff über eine Düse in einen Brennraum eingedüst und dort unter Zuführung von Verbrennungsluft verbrannt. Grundsätzlich ist der Betrieb von solchen Feuerungsanlagen durch einen gasförmigen oder flüssigen Brennstoff möglich. Beim Einsatz eines flüssigen Brennstoffes muss eine gute Zerstäubung des Brennstoffes und eine gute Durchmischung mit der Verbrennungsluft erreicht werden, damit minimale NO_x , CO -, UHC -Emissionen erreicht werden.

Wird demnach ein flüssiger Brennstoff eingesetzt, so ist die Qualität der Verbrennung bezüglich tiefer Schadstoffemissionen weitgehend davon abhängig, ob es gelingt, einen optimalen Vermischungsgrad des Brennstoff/Frischluff-Gemisches bereitzustellen, d.h. eine mögliche vollständige Vergasung des flüssigen Brennstoffs zu gewährleisten. Dabei ist auch auf die Problematik im Bereich des Teillastbetriebes, wie sie in EP-A2 0 166 329 angegangen wird, hinzuweisen. Verschiedene andere bekannt gewordene Versuche, bei Teillastbetrieb magerer zu fahren, sind regelmässig gescheitert, denn hier verschlechtert sich der Ausbrand und die CO/UHC -Emissionen steigen sehr stark an. In der Fachsprache wird dieser Zustand unter der Bezeichnung CO/UHC-NO_x -Schere umschrieben. Auch der Weg eine Vormischzone für das Brennstoff/Frischluff-Gemisch vor der eigentlichen Verbrennungszone vorzusehen, führt nicht zum Ziel eines betriebssicheren Brenners, denn es besteht hier die immanente Gefahr, dass eine Rückzündung von der Verbrennungszone in die Vormischzone den Brenner beschädigen könnte.

Aufgabe der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet wird, liegt die Aufgabe zugrunde bei Feuerungsanlagen der eingangs genannten Art ein Verfahren und einen Brenner für dieses Verfahren vorzuschlagen, die die Schadstoff-Emissionswerte minimieren.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Frischluft für den Brenner mit einem Anteil Rauchgas gemischt wird, wobei die Rauchgasrezirkulation mit ein- oder mehrstufiger Vorwärmung und ein- oder mehrstufiger Vormischung abläuft. Für eine nahstöchiometrische Verbrennung wird ein Brenner ohne Vormischstrecke

eingesetzt, der mit ca. 40% Rauchgasrückführung betrieben wird. Dabei sollte das Luft/Rauchgas-Gemisch beim Eintritt in den Brenner eine Temperatur von etwa 400°C aufweisen. Die Erfüllung dieser beiden Bedingungen führt einerseits zu einer ausreichend tiefen Primärzonen-temperatur von ca. 1450°C , was für die Erreichung tiefer NO_x -Emissionen eine wichtige Voraussetzung bildet, und andererseits zu einer im erwünschten Mass raschen Verdampfung des eingedüsten flüssigen Brennstoffes. Zu diesem Zweck wird ein Teil der Rauchgase im oder nach dem Brennraum der Feuerungsanlage entnommen und in einem externen Gebläse mit Frischluft vermischt. Als zweite Verfahrensstufe wird dieses Gemisch im Brennraum selbst über einen dort vorgesehenen Wärmetauscher weiter erwärmt und danach einem Jet-Injektor zugeführt. Dort werden dann dem Gemisch weitere Rauchgase zugemischt, mit dem Ziel, eine für den Brenner optimale Verbrennungslufttemperatur sowie eine Herabsetzung der O_2 -Konzentration bereitstellen zu können. Die Vorteile dieses Systems liegen des weiteren darin, dass durch die allenfalls vorgesehene zweistufige Aufwärmung des Verbrennungsluftgemisches ein besseres Dichteverhältnis für den Jet-Injektor geschaffen wird, d.h., in jenen Fällen, wo eine höhere Leistung des Jet-Injektors verlangt ist, kann diese Vorgabe durch vorgenannte zweistufige Aufwärmung erfüllt werden. Darüber hinaus, da bereits ein Teil der zu rezirkulierenden Rauchgase dem Gebläse zugeführt werden kann, verringert sich bei Inanspruchnahme einer solchen Konfiguration der Anteil Rauchgase, die vom Jet-Injektor gefördert werden müssten. In dem der Wärmetauscher vorteilhaft um die Flamme im Brennraum angeordnet wird, wird dieser Flamme direkt Wärme entnommen, was sich wiederum positiv auf die Bildung von NO_x auswirkt. Daraus ergibt sich ein zusätzlicher Vorteil der Erfindung, die darin zu sehen ist, dass diese schaltungstechnisch den gegebenen Verhältnissen ohne Zusatzaufwand angepasst werden kann: Durch entsprechende Vergrösserung der Wärmetauscherfläche kann auf die beschriebene externe Rezirkulation der Rauchgase verzichtet werden, womit die Vorerwärmung einstufig ist. Die Vorteile sind dieselben wie bei der zweistufigen Vorwärmung; zusätzlich erweist sich diese Konzeption als vorteilhaft, wenn aus irgendeinem Grund kein Rauchgas aus dem Brennraum herausgeführt werden kann. Ist auch eine Vormischung ausserhalb des Brennraumes nicht möglich, so kann der Jet-Injektor, bei entsprechender Auslegung, die ganze benötigte Rauchgasmenge mischen. Wird die Mischstrecke stromab als Jet-Injektor entsprechend gestaltet, lässt sich dort auch eine genügende Vorwärmung und Vermischung erreichen.

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

Im folgenden wird anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen.

Die Strömungsrichtung der verschiedenen Figuren sind jeweils gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Kurze Beschreibung der Figuren

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Feuerungsanlage mit zweistufiger Vormischung und mehrstufiger Vorwärmung;

Fig. 2 einen Wärmetauscher als Vorwärmungsstufe des Verbrennungsluftgemisches für den Brenner;

Fig. 3 einen Brenner für einen Betrieb mit flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffen in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten und

Fig. 4 einen Schnitt durch die Ebene V-V in einer schematischen, vereinfachten Darstellung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt schematisch eine Feuerungsanlage, in deren Brennraum 1 ein Wärmetauscher 2, ein Jet-Injektor 3, ein Brenner 4 und eine Rauchgasentnahme 7. Ausserhalb des Brennraumes wirkt ein Gebläse 5. Die dort angesaugte Frischluft 6 wird mit einem Anteil Rauchgase, die über die im Brennraum 1 platzierte Rauchgasentnahme 7 herangeführt wird. Dieses Frischluft/Rauchgas-Gemisch 8 wird in den Brennraum 1 zurückgeführt, wobei es den Wärmetauscher 2 durchströmt. Bevor das so vorerwärmte Gemisch 9 dem Brenner 4 als Verbrennungsluft zugeführt wird, erfährt es über eine Reihe von Jet-Injektoren 3 eine weitere Durchmischung mit Rauchgasen, was die Temperatur dieser Verbrennungsluft 10 erhöht. Ein zweiter Wärmetauscher 2a entsteht zwischen dem Rauchgasstrom 7 und dem Frischluft/Rauchgas-Gemisch 8.

Soll der Brenner 4 nahstöchiometrisch betrieben werden, so wird er mit einer ca. 40%igen Rauchgasrückführung betrieben, wobei bei zweistufiger Vormischung die Anteile an Rauchgas entsprechend aufgeteilt werden können. Zweite Bedingung ist, dass das als Verbrennungsluft eingesetzte Frischluft/Rauchgas-Gemisch 10 beim Eintritt in den Brenner eine Temperatur von ca. 400°C aufweisen sollte. Diese Vorwärmung lässt sich gemäss Konzeption von Fig. 1 damit erreichen, dass das Gemisch über drei Stufen aufbereitet wird: Eine erste Vorwärmung erfährt die angesogene Frischluft 6 im Gebläse 5, wo eine erste Zumischung mit heissen Rauchgasen 7 stattfinden. Die zweite Vorwärmungsstufe bildet der Wärmetauscher 2, wobei Gemisch 8 auf dem Weg zum vorgenannten Wärmetauscher 2 einen durch den von den Rauchgasen 7 getriebenen Wärmetauscher 2a durchläuft. Diese Vorkehrung wirkt sich danebst auf das Gebläse 5 positiv aus, insoweit, als dort die kalorische Belastung vermindert wird. Die dritte Vorwärmung findet im Bereich der Jet-Injektoren 3 statt, wo zum zweiten Mal weitere Rauchgase 7 den vorgewärmten Frischluft/Rauchgas-Gemisch 9 zugeführt werden. Bei Erfüllung der genannten beiden Bedingun-

gen (ca. 40% Rauchgasrückführung und Verbrennungsluft mit ca. 400°C) lässt sich eine ausreichend tiefe Primärzonen-temperatur von ca. 1450°C erreichen, die eine Bedingung für tiefe NO_x-Emissionen ist, und zum anderen lässt sich eine rasche Verdampfung der Tröpfchen des flüssigen Brennstoffes erzielen. An sich ist es nicht eine unabdingbare Voraussetzung, dass die Vermischung der Rauchgase 7 und die Vorwärmung der Verbrennungsluft 10 über mehrere Stufen vorgenommen werden. Gelingt es die beiden Bedingungen bei einer bestimmten Feuerungsanlage beispielsweise allein über die Zumischung der Rauchgase bei den Jet-Injektoren zu erfüllen, so kann auf die erste Vormischung im Gebläse 5 und die Vorwärmung im Wärmetauscher 2 verzichtet werden. Die Vorteile der genannten Vormischungen und Vorwärmung über eine oder mehrere Stufen lassen sich allgemein wie folgt zusammenfassen:

Eine höhere Temperatur der Verbrennungsluft 10 bewirkt einen hohen Grad an Brennstoffverdampfung, worauf kleine NO_x-Emissionen resultieren.

Eine höhere Rezirkulationsrate bewirkt eine weitere Reduktion der O₂-Konzentration in der Verbrennungsluft und damit eine tiefere Flammentemperatur, dadurch können die NO_x-Emissionen tief gehalten werden.

Fig. 2 zeigt eine Ausführung des Wärmetauschers 2. Dieser ist im Brennraum 1 platziert. Das Frischluft/Rauchgas-Gemisch 8 durchströmt den Wärmetauscher 2 und erwärmt sich. Danach wird das Gemisch 9, unter Zumischung weiterer Rauchgase, als Verbrennungsluft 10 dem Brenner 4 zugeführt. Angedeutet ist in Fig. 2 die Türe 11 des Brennraumes 1: Diese besteht inwendig aus einer feuerfesten Isolierung 12, welche ihrerseits von einem nicht mehr ersichtlichen Stahlkasten umgeben ist. Im Brennraum 1 selbst ist eine weitere Platte 13 vorgesehen, welche als Ankoppelung für den Brenner 4 und dem Wärmetauscher 2 dient. In der Zuleitung für das Frischluft/Rauchgas-Gemisch 8 befindet sich auch eine Düse 14 für den Brennstoff zum Betrieb des Brenners 4, mit der angedeuteten Brennstoffeindüsung 15. Bei einer solchen Konfiguration resultiert eine zusätzliche kalorische Aufbereitung des Brennstoffes auf etwa 120°C, was eine zusätzliche positive Auswirkung auf eine rasche Verdampfung der Tröpfchen eines dort vorzugsweise zerstäubten flüssigen Brennstoffes hat. Diese Zusatzwirkung ist selbstverständlich nur dann gegeben, wenn im Gebläse der Frischluft eine gewisse Menge heisser Rauchgase zugeführt wird, also gemäss Schaltung nach Fig. 1 gefahren wird.

Um den Aufbau des Brenners 4 besser zu verstehen, sollen die Fig. 3 und 4 gleichzeitig herangezogen werden. Des weiteren, damit Fig. 3 übersichtlich bleibt, sind die nach Fig. 4 schematisch gezeigten Mischstrecken und die Jet-Injektoren nicht darin aufgenommen worden.

Der Brenner 4 gemäss Fig. 3 besteht aus zwei halben hohlen Teilkegelkörpern 16, 17, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Die Kegelform der gezeigten Teilkegelkörper 16, 17 in Strömungsrichtung weist einen bestimmten festen Winkel auf.

Selbstverständlich können die Teilkegelkörper 16, 17 in Strömungsrichtung eine zunehmende Kegelneigung (konvexe Form) oder eine abnehmende Kegelneigung (konkave Form) haben. Die beiden letztgenannten Formen sind zeichnerisch nicht erfasst, da sie ohne weiteres nachempfindbar sind. Welche Form schlussendlich zum Einsatz kommt, hängt von den verschiedenen Parametern der Verbrennung ab. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse 16a, 17a der Teilkegelkörper 16, 17 zueinander schafft auf beiden Seiten in spiegelbildlicher Anordnung jeweils einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 16b, 17b frei, (Fig. 4), durch welche die Verbrennungsluft 10 (Frischluf/Rauchgas-Gemisch) in den Innenraum des Brenners 4, d.h. in den Kegelhohlraum 18 strömt. Die beiden Teilkegelkörper 16, 17 haben je einen zylindrischen Anfangsteil 16c, 17c, die ebenfalls analog den Teilkegelkörpern 16, 17 versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Lufteintrittsschlitze 16b, 17b vom Anfang an vorhanden sind. In diesem zylindrischen Anfangsteil 16c, 17c ist eine Düse 14 untergebracht. Selbstverständlich kann der Brenner 4 rein kegelig, also ohne zylindrische Anfangsteile 16c, 17c, ausgeführt sein. Beide Teilkegelkörper 16, 17 weisen wahlweise je eine weitere Brennstoffleitung 16d, 17d auf, die mit Öffnungen 19 versehen sind. Durch die Öffnungen 16d, 17d werden vorzugsweise gasförmige Brennstoffe 20 tangential über die Lufteintrittsschlitze 16b, 17b zusammen mit der Verbrennungsluft 10 in den Brennraum 4 eingeleitet. Die Lage dieser Brennstoffleitungen 16d, 17d geht schematisch aus Fig. 4 hervor: Die Brennstoffleitungen 16d, 17d sind im Bereich der tangentialen Lufteintrittsschlitze 16b, 17b angebracht, so dass dort auch die Zumischung 21 des gasförmigen Brennstoffes 20 mit der einströmenden Verbrennungsluft 10 stattfindet. Selbstverständlich ist ein Mischbetrieb mit beiden Brennstoffarten möglich. Brennraumseitig 1 weist der Brenner eine kragenförmige Platte 22 auf, durch welche, allenfalls nicht dargestellte Bohrungen vorgesehen werden, um Verdünnungsluft oder Kühlluft dem vorderen Teil des Brenners 1 zuzuführen. Der durch die Düse 14 vorzugsweise strömende flüssige Brennstoff 23 wird in einem spitzen Winkel in einen Innenraum 18 eingedüst, dergestalt, dass sich in der Brenneraustrittsebene ein möglichst homogenes kegeliges Sprühbild einstellt. Bei der Brennstoffeindüsung 15 kann es sich um Luftunterstützte- oder Druck-Zerstäubung handeln. Das kegelige Flüssigbrennstoffprofil 24 wird von einem tangential einströmenden Verbrennungsluftstrom 10 und einem achsial herangeführten weiteren Verbrennungsluftstrom 10a umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Flüssigbrennstoffes 23 fortlaufend durch die eingemischte Verbrennungsluft 10 abgebaut. Wird gasförmiger Brennstoff 20/21 eingesetzt, geschieht die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft 10 direkt im Bereich der Lufteintrittsschlitze 16b, 17b in den Innenraum 18. Bei der Eindüsung von flüssigem Brennstoff 23 wird im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 25, die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Die Zündung erfolgt an

der Spitze der Rückströmzone 25. Erst an dieser Stelle kann eine stabile Flammenfront 26 entstehen. Ein Rückschlag der Flamme ins Innere des Brenners 4, wie dies bei bekannten Vormischstrecken immer gegeben sein kann, wogegen dort mit komplizierten Flammenhaltern Abhilfe gesucht wird, ist hier nicht zu befürchten. Ist die Verbrennungsluft 10 vorgewärmt, wie dies unter Fig. 1 erläutert ist, so stellt sich eine beschleunigte ganzheitliche Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 23 ein, bevor der Punkt am Ausgang des Brenners 4 erreicht ist, an dem die Zündung des Gemisches stattfinden kann. Der Grad der Verdampfung ist selbstverständlich von der Grösse des Brenners 4, der Tropfengrösse und der Temperatur der Verbrennungsluftströme 10, 10a abhängig. Im Falle der vollständigen Verdampfung vor dem Eintritt in die Verbrennungszone sind die Schadstoffemissionswerte am niedrigsten. Bei der Gestaltung der Teilkegelkörper 16, 17 hinsichtlich Kegelwinkel und der Breite der tangentialen Lufteintrittsschlitze 16b, 17b sind enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Luft mit ihrer Rückströmzone 25 im Bereich der Brennermündung zur Flammenstabilisierung einstellt. Allgemein ist zu sagen, dass eine Verkleinerung der Lufteintrittsschlitze 16b, 17b die Rückströmzone 25 weiter stromaufwärts verschiebt, wodurch dann allerdings das Gemisch früher zur Zündung käme. Immerhin ist hier zu sagen, dass die einmal geometrisch fixierte Rückströmzone 25 an sich positionsstabil ist, denn die Drallzahl nimmt in Strömungsrichtung im Bereich der Kegelform des Brenners zu. Die Achsialgeschwindigkeit lässt sich des weiteren durch axiale Zuführung von Verbrennungsluft 10a beeinflussen. Die Konstruktion des Brenners eignet sich vorzüglich, bei vorgegebener Baulänge des Brenners, die Grösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 16b, 17b zu verändern, indem die Teilkegelkörper 16, 17 zu- oder auseinander geschoben werden, wodurch sich der Abstand der beiden Mittelachsen 16a, 17a verkleinert resp. vergrössert, und dementsprechend sich die Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 16b, 17b verändert, wie dies aus Fig. 4 besonders gut hervorgeht. Selbstverständlich sind die Teilkegelkörper 16, 17 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Überlappung derselben angesteuert werden kann. Ja, es ist sogar möglich, die Teilkegelkörper 16, 17 durch eine gegenläufige drehende Bewegung spiralartig einander zu verschieben. Somit hat man es in der Hand, die Form und die Grösse der tangentialen Lufteintritte 16b, 17b beliebig zu variieren, womit der Brenner 4 ohne Veränderung seiner Baulänge individuell angepasst werden kann.

Fig. 4 ist ein Schnitt etwa in der Mitte des Brenners, gemäss Schnittebene IV-IV aus Fig. 3. Die spiegelbildlich tangential angeordneten Einläufe 27, 28 sind als Mischstrecken konzipiert, in welchen die endgültige Aufbereitung der Verbrennungsluft 10 stattfindet. Das Frischluft/Rauchgas-Gemisch 9 wird nach seiner Durchströmung durch den Wärmetauscher, einem Jet-Injektor-System 3 zugeführt, das stromauf der tangentialen Eintrittsschlitze 16b, 17b in den Innenraum 18 des Brenners 4 wirkt. Die

Wirkung besteht darin, dass die Saugkraft aus der Strömung des Frischluft/Rauchgas-Gemisches 9 durch den Jet-Injektor 3 dazu verwendet wird, einen weiteren Anteil Rauchgase 7 in die vorgenannte Strömung einzuleiten. Die Durchmischung dieses neuen Anteils Rauchgas 7 mit dem Gemisch 9 findet in den Mischstrecken 27, 28 statt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Feuerungsanlage für eine Verbrennung mittels eines Vormischbrenners, dadurch gekennzeichnet, dass als Verbrennungsluft (10, 10a) für den Brenner (4) ein Gemisch aus Frischluft (6) und rezirkuliertem Rauchgas (7) eingesetzt wird, dass die Verbrennungsluft (10, 10a) aus einer ein- oder mehrstufigen Vermischung von Frischluft (6) und Rauchgas (7) entsteht, und dass die Verbrennungsluft (10, 10a) eine ein- oder mehrstufige Vorwärmung erfährt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Gebläse (5) eine erste Vermischung und Vorwärmung der Frischluft (6) mit Rauchgasen (7) stattfindet, dass in nachgeschalteten Wärmetauschern (2, 2a) das Frischluft/Rauchgas-Gemisch (8) einer weiteren Vorwärmung unterzogen wird, und dass dieses vorerwärmte Gemisch (9) in einem stromauf der tangentialen Eintrittsschlitz (16b, 17b) zum Innenraum (18) des Brenners (4) plazierten Jet-Injektorsystem (3) das Gemisch (9) eine weitere Vorwärmung und Vermischung durch zugeführte weitere Rauchgase (7) erfährt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsluft (10) einen 20–50%igen Rauchgasanteil enthält und ihre Temperatur 50–500°C beträgt.

4. Brenner zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner (4) in Strömungsrichtung aus mindestens zwei aufeinander positionierten hohlen, kegelförmigen Teilkörpern (16, 17) besteht, deren Mittelachse (16a, 17a) in Längsrichtung der kegelförmigen Teilkörper (16, 17) zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass dadurch tangentiale Eintrittsschlitz (16b, 17b) für die Verbrennungsluft (10) zum Innenraum (18) des Brenners (4) entstehen, wobei im von den kegelförmigen Teilkörpern (16, 17) gebildeten Innenraum (18) am Anfang des Brenners (4) eine Brennstoffdüse (14) plaziert ist, deren Brennstoffeindüsung (15) mittig der zueinander versetzten Mittelachsen (16a, 17a) der kegelförmigen Teilkörper (16, 17) liegt.

5. Brenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Teilkörper (16, 17) in Strömungsrichtung unter einem festen Winkel kegelig erweitern.

6. Brenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper (16, 17) in Strömungsrichtung eine zunehmende Kegelneigung aufweisen.

7. Brenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper (16, 17) in Strömungsrichtung eine abnehmende Kegelneigung aufweisen.

8. Brenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der tangentialen Eintritts-

schlitze (16b, 17b) weitere Brennstoffdüsen (16d, 17d) vorhanden sind.

9. Brenner nach den Ansprüchen 4 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Brennstoffdüse (14) ein flüssiger Brennstoff und durch die Brennstoffdüsen (16d, 17d) ein gasförmiger Brennstoff zuführbar ist.

10. Verfahren zum Betrieb eines Brenners nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Innenraum (18) des Brenners (4) eine in Strömungsrichtung sich ausbreitende, die Wände des Innenraumes (18) nicht benetzende kegelförmige Brennstoffsäule (24) gebildet wird, welche von einem tangential einströmenden Verbrennungsluftstrom (10) und von einem axial herangeführten Verbrennungsluftstrom (10a) umschlossen wird, wobei die Zündung des Verbrennungsluft- (10, 10a)/Brennstoff- (23)-Gemischs am Ausgang des Brenners (4) stattfindet, und wobei im Bereich der Brennermündung durch eine Rückströmzone (25) eine Stabilisierung der Flammenfront (26) resultiert.

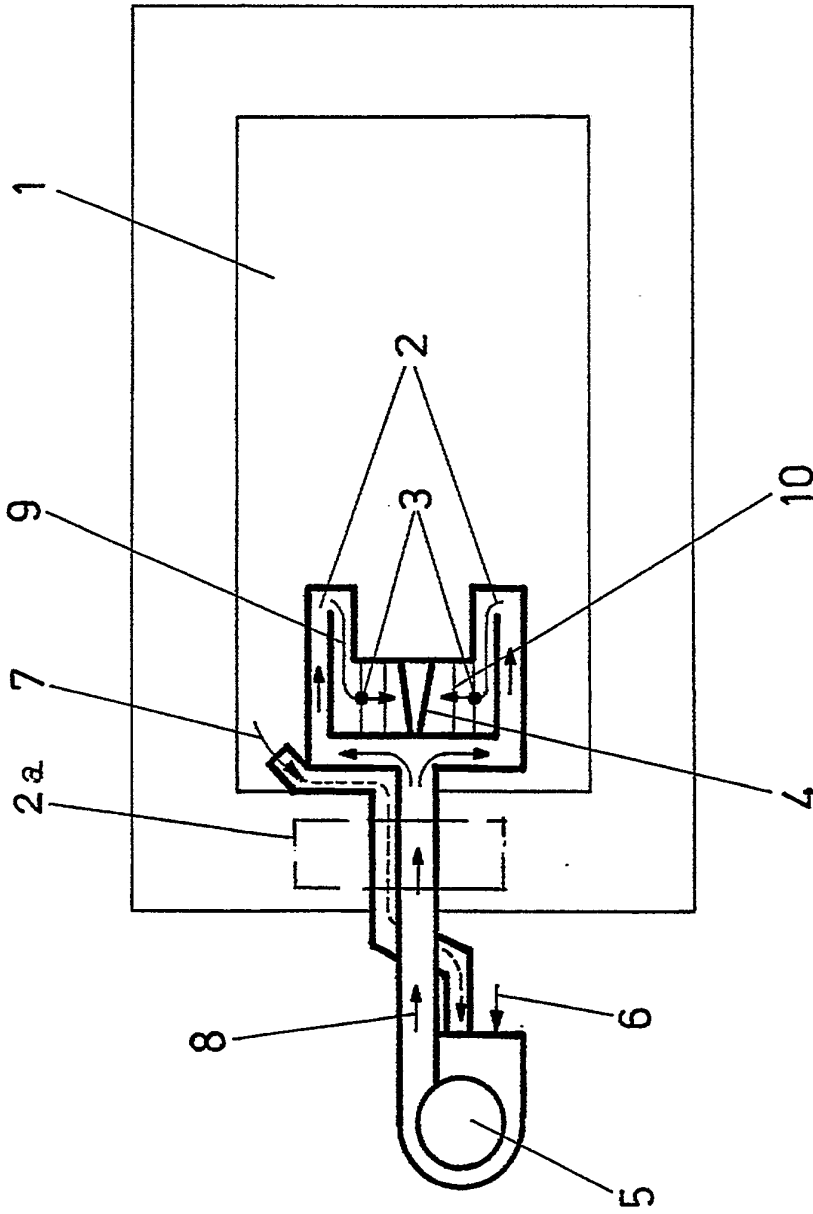


FIG.1

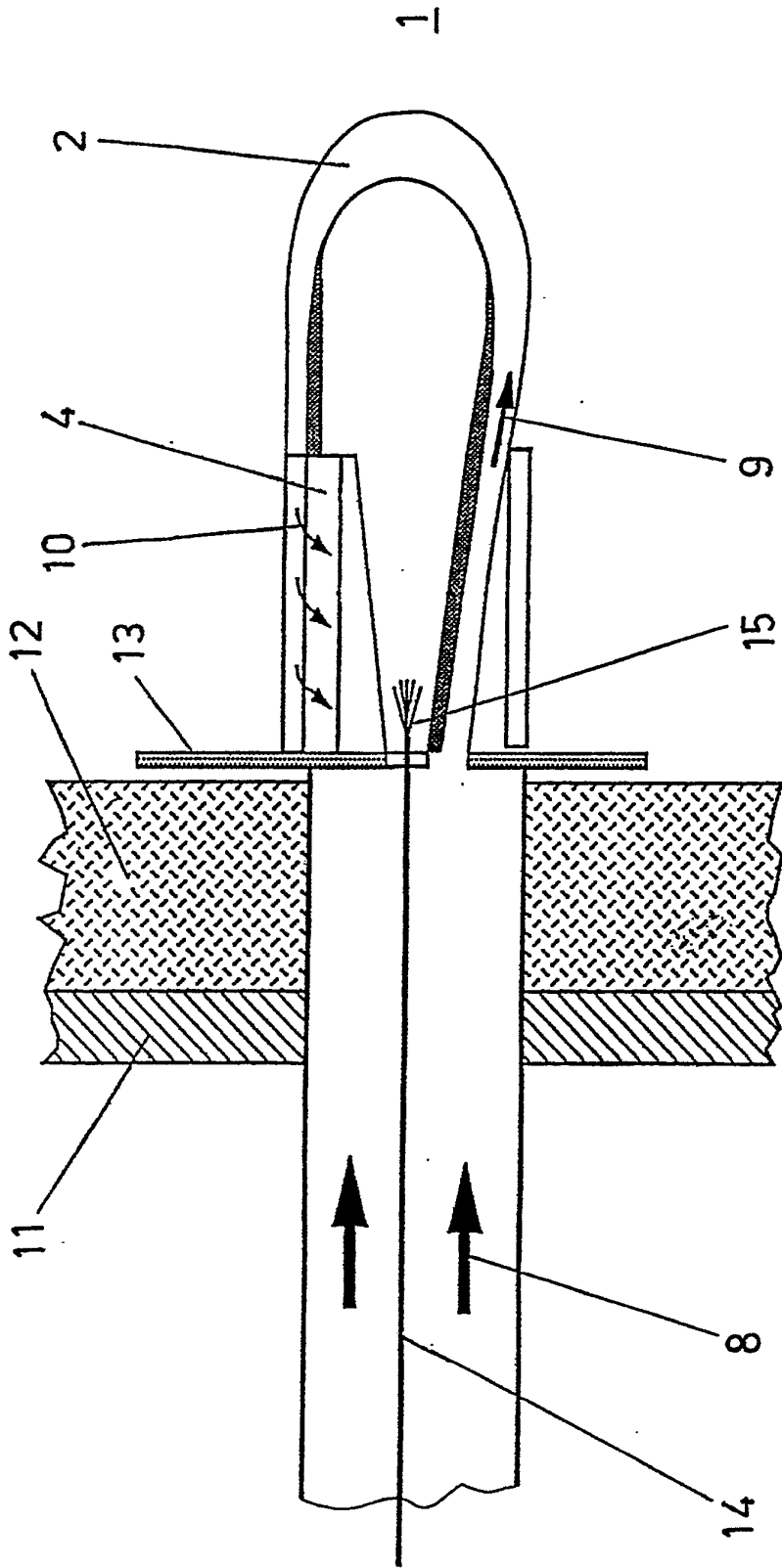


FIG.2

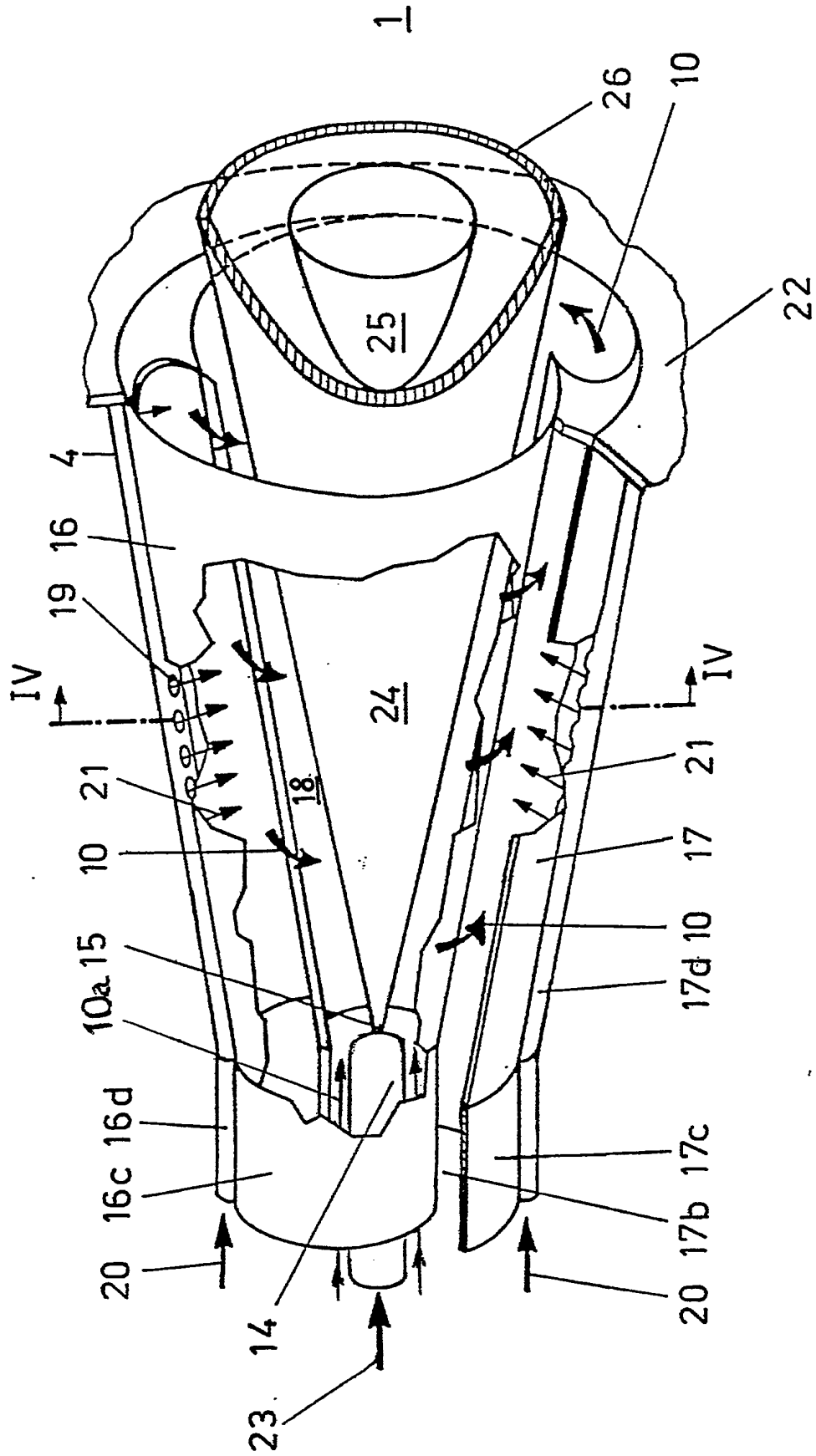


FIG. 3

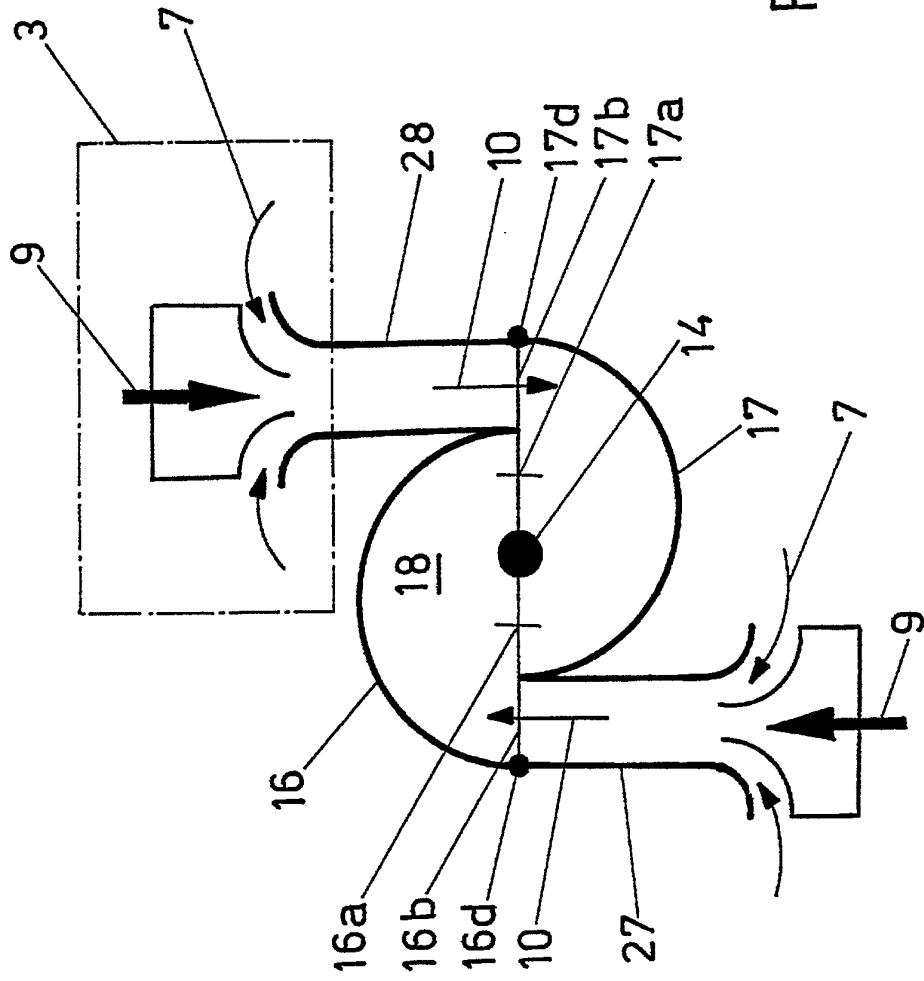


FIG.4