



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 433 790 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **08.03.95**

Int. Cl.⁶: **F23D 17/00**, F23D 11/00,
F23C 7/00

Anmeldenummer: **90123495.5**

Anmeldetag: **07.12.90**

Brenner.

Priorität: **22.12.89 CH 4602/89**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.06.91 Patentblatt 91/26

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
08.03.95 Patentblatt 95/10

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE

Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 321 809
DE-A- 2 410 141
FR-A- 2 319 846

Patentinhaber: **ASEA BROWN BOVERI AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

Erfinder: **Keller, Jakob, Dr.**
Plattenstrasse 8
CH-5605 Dottikon (CH)

EP 0 433 790 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

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

5

STAND DER TECHNIK

Aus EP-A1-0 321 809 ist ein Brenner bekanntgeworden, der aus zwei halben hohlen Teilkegelkörper besteht, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Die Kegelform der in der dortigen Figur gezeigten Teilkegelkörper erstreckt sich in Strömungsrichtung über einen bestimmten festen Winkel. Die erwähnte Versetzung der Teilkegelkörper zueinander schafft auf beiden Seiten des Brennerkörpers jeweils einen über die ganze Länge des Brenners tangentialen Eintrittsschlitz, dessen Breite der jeweiligen Versetzung der Mittelachsen der Teilkegelkörper zueinander entspricht, und durch welchen die Verbrennungsluft in den Innenraum des Brenners strömt.

Im Innenraum am Anfang des Brenners ist eine Brennstoffdüse plziert, deren Brennstoffeindüsung vorzugsweise mittig der zueinander versetzten Mittelachsen der Teilkegelkörper ausgeht. Im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitze sind weitere Brennstoffdüsen vorgesehen. Durch die zentrale Brennstoffdüse wird vorzugsweise flüssiger Brennstoff herangeführt, während die Brennstoffdüsen im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitze vorzugsweise mit einem gasförmigen Brennstoff betrieben werden. Wird nun ein solcher Brenner mit einem mittelkalorischen Gas, das in der Regel leicht entzündlichen Wasserstoff enthält, betrieben, so besteht die konkrete Gefahr, dass sich die herangeführte Verbrennungsluft und dieses Gas bereits im Eintrittsbereich, am Ort ihres Zusammentreffens, derart stark vermischen, dass es zu einer verfrühten Zündung des Gemisches kommen kann. Dies wiederum würde zu einer diffusionsartigen Verbrennung mit stark erhöhter NO_x -Emission führen. Danebst ist feststellbar, dass bei einer solchen Vermischung Luft/Gas leicht Scherschichten entstehen können, worauf eine Instabilität des Mischvorganges infolge starker Verwirbelungen die Folge ist. Kommt es auf die Zuführung des Gases wegen obengenannter Instabilität zu Druckpulsationen, so führt dies, darüber hinaus, zu starken Schwingungen im System.

AUFGABE DER ERFINDUNG

30

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Brenner der eingangs genannten Art Massnahmen vorzusehen, die bei Verwendung eines mittelkalorischen Gases als Brennstoff eine Frühzündung des Gemisches verunmöglichen. Die Massnahmen sollen auch eine Stabilisierung des Mischvorganges ermöglichen.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die NO_x -Emissionen, da es zu keiner verfrühten Zündung kommt, tief bleiben.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass der Injektor, der die aufgabengemässe Lösung bildet, ermöglicht, das Strömungsfeld des zum Einsatz kommenden Brenners, trotz des hohen Massenstromanteils des mittelkalorischen Gases am Luft/Gas-Gemisch, nicht nennenswert zu verändern. Dies gelingt mit Hilfe einer geeigneten Verteilung einer Anzahl von Injektorbohrungen gleicher Grösse oder mit Hilfe einer Anordnung von Bohrungen, deren Durchmesser in geeigneter Weise variiert. Dabei ist die Dichte der Gaseintrittsbohrungen (P_{GB}) proportional zur radial gemittelten Verbrennungslufteintrittsgeschwindigkeit durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze des Brenners.

Der erfindungsgemässe Injektor lässt des weiteren Scherschichten beim Mischvorgang nicht entstehen: Diese Scherschichten, die immer dann entstehen, wenn die Geschwindigkeit des gasförmigen Brennstoffes am Mischort grösser als die Luftgeschwindigkeit ist, bewirken starke Verwirbelungen, welche eine Instabilität des Systems auslösen. Indem nun der Injektor so ausgelegt ist, dass am Mischort die beiden Medien mit nahezu gleicher Geschwindigkeit aufeinander treffen, treten dort keine Turbulenzen auf; auch entstehen dort keine Druckpulsationen, welche eine negative Auswirkung auf den Misch- und Brennvorgang hätten, so dass Schwingungen auf das System ausgeschlossen sind. Der Mischvorgang ist bezüglich Strömungsgeschwindigkeit des gasförmigen Brennstoffes auf Vollast ausgelegt: Der gasförmige Brennstoff wird annähernd drucklos in die Luftströmung "eingehaucht". Weitere Vorteile der Erfindung betreffen die Vermeidung der akustischen Härte bei der Eindüsung des Brennstoffes: Indem die Spaltbreite und die Länge des Injektors entsprechend ausgelegt ist, kann sich die Strömung vor Verlassen des Injektors soweit erholen, dass die erwähnte akustische Härte nicht entstehen kann.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass in geeigneten Temperatur- und Druckbereichen sogar eine Verbrennung von Gasen mit niedrigem Heizwert denkbar ist.

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

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtung der verschiedenen Medien ist mit Pfeilen angegeben. In den verschiedenen Figuren sind gleiche Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

Es zeigt:

Fig.1 eine perspektivische Darstellung des Brenners, entsprechend aufgeschnitten, mit angedeuteter tangentialer Luftzuführung und

Fig.2 einen Schnitt durch die Ebene II-II von Fig. 1, in einer schematischen, vereinfachten Darstellung.

BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

Um den Aufbau des Brenners 1 besser zu verstehen, sollen die Fig. 1 und 2 gleichzeitig herangezogen werden. Des weiteren, damit Fig. 1 übersichtlich bleibt, sind die nach Fig. 2 gezeigten Injektoren nicht darin aufgenommen worden.

Fig. 1 zeigt einen Brenner 1, welcher aus zwei halben, hohlen Teilkegelkörpern 2, 3 besteht, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Die Kegelform der gezeigten Teilkegelkörper 2, 3 weist in Strömungsrichtung einen bestimmten festen Winkel auf. Selbstverständlich können die Teilkegelkörper 2, 3 in Strömungsrichtung eine zunehmende Kegelneigung (konvexe Form) oder eine abnehmende Kegelneigung (konkave Form) aufweisen. Die beiden letztgenannten Formen sind zeichnerisch nicht erfasst, da sie ohne weiteres nachempfindbar sind. Welche Form schlussendlich zum Einsatz gelangt, hängt von den verschiedenen Parametern des Verbrennungsprozesses ab. Vorzugsweise wird die zeichnerisch gezeigte Form eingesetzt. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse 2a, 3a (siehe Fig. 2) der Teilkegelkörper 2, 3 zueinander schafft auf beiden Seiten des Brenners 1 in Strömungsrichtung je einen tangentialen Eintrittsschlitz 2b, 3b, mit einer bestimmten Eintrittsschlitzbreite S frei (siehe Fig. 2), durch welche die Verbrennungsluft 8 (Luft/Brennstoff-Gemisch) im Innenraum 17 des Brenners 1 strömt. Die Eintrittsschlitzbreite S ist ein Mass, das aus der Versetzung der beiden Mittelachsen 2a, 3a der Teilkegelkörper 2, 3 resultiert. Die beiden Teilkegelkörper 2, 3 haben je einen zylindrischen Anfangsteil 2c, 3c, die analog den Teilkegelkörpern 2, 3, auch versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Eintrittsschlitze 2b, 3b von Anfang an vorhanden sind. Selbstverständlich kann der Brenner 1 eine rein kegelige Form beschreiben, also ohne einen zylindrischen Anfangskörper. In diesem zylindrischen Anfangskörper ist eine Düse untergebracht, welche vorzugsweise mit einem flüssigen Brennstoff 5 betrieben wird, und deren Brennstoffeindüsung 15 vorzugsweise mittig zu den beiden Mittelachsen 2a, 3a plaziert ist. Als weitere Brennstoffzuführung weisen beide Teilkegelkörper 2, 3 je eine Brennstoffleitung 10, 11 auf, welche in Strömungsrichtung mit Öffnungen 21, die über die gesamte Länge der Brennstoffleitungen verteilt sind, versehen sind. Durch die Brennstoffleitungen 10, 11, wird vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 6 herangeführt, wobei dieser Brennstoff im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitze 2b, 3b eingedüst wird, wie dies aus Fig. 2 besonders gut hervorgeht. Der Brenner 1 weist des weiteren eine Brennstoffzuführung auf, vorzugsweise eines gasförmigen Brennstoffes 4, die über Injektoren 12, 13 stattfindet, welche auch im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitze 2b, 3b über eine Anzahl Gasbohrungen 14 wirken, wie dies umfassend aus Fig. 2 hervorgeht. Für die diesbezügliche Beschreibung wird auf Fig. 2 verwiesen. Grundsätzlich ist es so, dass der Betrieb des Brenners 1 über einzelne Brennstoffzuführungen oder durch einen Mischbetrieb mit den vorhandenen Brennstoff-Möglichkeiten möglich ist. Brennraumseitig 22 weist der Brenner 1 eine kragenförmige Wand 20 auf, durch welche, allenfalls, nicht dargestellte Bohrungen vorgesehen werden, durch welche Verdünnungsluft oder Kühlluft dem vorderen Teil des Brennraumes 22 zugeführt wird. Der durch die Düse 9 vorzugsweise in den Brenner 1 eingebrachte flüssige Brennstoff 5 wird unter einem spitzen Winkel in den Innenraum 17 eingedüst, dergestalt, dass sich in der Brenneraustrittsebene ein möglichst homogenes kegeliges Sprühbild einstellt. Bei dieser Brennstoffeindüsung 15 kann es sich um eine luftunterstützte Zerstäubung oder eine Druckzerstäubung handeln. Das kegelige Flüssigbrennstoffprofil 16 wird von einem tangential einströmenden Verbrennungsluftstrom 8 und einem axial herangeführten weiteren Luftstrom 7a umschlossen. Über die Zusammensetzung des tangentialen einströmenden Luft/Brennstoff-Gemisches 8 wird in der Beschreibung von Fig. 2 näher eingetreten. In axialer Richtung des Brenners 1, wird die Konzentration des eingedüsten flüssigen Brennstoffes 5 fortlaufend durch eine Luftströmung oder durch das

Luft/Brennstoff-Gemisch 8 abgebaut. Wird gasförmiger Brennstoff 6 über die beiden Brennstoffleitungen 10, 11 eingesetzt, beginnt die Gemischbildung mit der nicht ersichtlichen Luftzuführung (siehe Fig. 2, Pos. 7) direkt im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitze 2b, 3b, entsprechend den dort vorgesehenen Brennstofföffnungen 21. Bei der Eindüsung von flüssigem Brennstoff 5 über die Düse 9 wird im Bereich des

5 Wirbelaufplatzens, also im Bereich einer sich bildenden Rückströmzone 18, die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Der Verbrennungsvorgang jedes Luft/Brennstoff-Gemisches beginnt dann an der Spitze dieser Rückströmzone 18. Erst an dieser Stelle kann eine stabile

10 Flammenfront 19 entstehen. Ein Rückschlag der Flamme ins Innere des Brenners 1, wie dies bei bekannten Vormischstrecken immer gegeben sein kann, wogegen dort mit komplizierten Flammenhaltern Abhilfe gesucht wird, ist hier nicht zu befürchten. Wird allgemein die eingesetzte Luft (siehe Fig. 2, Pos. 7) allenfalls vorgewärmt, so stellt sich eine beschleunigte ganzheitliche Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 5 ein, bevor der Punkt am Ausgang des Brenners 1 erreicht ist, an dem der Verbrennungsvorgang des

15 Gemisches beginnt. Der Grad der Verdampfung ist von der Grösse des Brenners 1, von der Tropfengrösse und von der Temperatur der Luftströme 7a, 7 resp. des Luft/Brennstoff-Gemisches 8 abhängig. Unabhängig davon, ob neben der homogenen Tropfenvermischung durch einen Verbrennungsluftstrom niedriger Temperatur oder zusätzlich eine partielle oder die vollständige Tropfenverdampfung durch vorgeheizte Verbrennungsluft erreicht wird, fallen die Stickoxid- und Kohlenmonoxid-Emissionen niedrig aus, wenn der Luftüberschuss mindestens 60 % beträgt, womit hier eine zusätzliche Vorkehrung zur Minimierung der NO_x -Emissionen zur Verfügung steht. Im Falle der vollständigen Verdampfung des eingesetzten Brennstoffes vor

20 dem Eintritt in die Verbrennungszone sind die Schadstoffemissionswerte am niedrigsten. Gleiches gilt auch für den nahstöchiometrischen Betrieb, wenn die Überschussluft durch rezirkulierendes Rauchgas ersetzt wird. Bei der Gestaltung der Teilkegelkörper 2, 3 hinsichtlich Kegelwinkels und Breite der tangentialen Eintrittsschlitze 2b, 3b sind enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Luft mit ihrer Rückströmzone 18 im Bereich der Brennermündung zur Flammenstabilisierung einstellt. Allgemein ist zu sagen, dass eine Verkleinerung der tangentialen Eintrittsschlitze 2b, 3b, d.h. eine Verkleinerung der

25 Eintrittsbreite S (siehe Fig. 2) die Rückströmzone 18 weiter stromaufwärts verschiebt, wodurch dann allerdings das Gemisch früher zur Zündung käme. Indessen ist festzuhalten, dass die einmal geometrisch fixierte Rückströmzone 18 an sich positionsstabil ist, denn die Drallzahl nimmt in Strömungsrichtung im Bereich der Kegelform des Brenners 1 zu. Die Achsialgeschwindigkeit lässt sich des weiteren durch axiale

30 Zuführung des bereits erwähnten Luftstromes 7a beeinflussen. Die Konstruktion des Brenners 1 eignet sich vorzüglich, bei vorgegebener Baulänge eines Brenners 1, die Grösse der tangentialen Eintrittsschlitze 2b, 3b dem Bedarf anzupassen, indem die Teilkegelkörper 2, 3 zu- oder auseinander geschoben werden, wodurch sich der Abstand der beiden Mittelachsen 2a, 3a verkleinert resp. vergrössert, und dementsprechend sich auch die Eintrittsschlitzbreite S verändert, wie dies aus Fig. 2 besonders gut hervorgeht.

35 Selbstverständlich sind die Teilkegelkörper 2, 3 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar. So gesehen kann der Brenner 1, ohne Veränderung seiner Brennlänge, individuell angepasst werden.

Fig. 2 ist ein Schnitt etwa in der Mitte des Brenners 1, gemäss Schnittebene II-II aus Fig. 1. Die achsensymmetrisch angeordneten Einläufe 23, 24, welche in den Innenraum 17 des Brenners 1 münden, beinhalten je einen Injektor 12, 13, der sich über die ganze tangentiale Länge des Brenners 1 erstreckt. Der

40 Injektor 12, 13 ist so konzipiert, dass der vorzugsweise eingesetzte gasförmige Brennstoff 4 von einem durchströmbaren Gaszuführrohr 12a, 13a aus, über eine Anzahl von Gasbohrungen 14 in einen Gasinjektor-kanal (Einblaskanal) 12b, 13b strömt. Dieser erstreckt sich bis in den Bereich des tangentialen Eintrittsschlitzes 2b, 3b. Die Breite des Injektors 12, 13 ist so ausgelegt, dass die herangeführte Luft 7 entlang der

45 Flanken des Injektors 12, 13 strömt, und sich im Bereich des tangentialen Eintrittsschlitzes 2b, 3b mit dem gasförmigen Brennstoff 4 zu vermischen beginnt, worauf erst das Luft/Brennstoff-Gemisch 8 entsteht. Von grundlegender Bedeutung ist die Eigenschaft des Injektors 12, 13, das Strömungsfeld des Brenners 1 trotz des hohen Massenstromanteils des eingesetzten mittelkalorischen Gases am Luft/Gas-Gemisch nicht nennenswert zu verändern. Dies gelingt mit Hilfe einer geeigneten Verteilung der Gasbohrungen 14 gleicher Grösse oder mit Hilfe einer Anordnung von Bohrungen, deren Durchmesser in geeigneter Weise variiert.

50 Die Dichte der Gasbohrungen, ρ_{GB} genannt, ist dabei proportional zur radial gemittelten Geschwindigkeit der Luft 7 in den Eintrittsschlitzen 2b, 3b des Brenners 1, und folgt folgender Formel:

$$p_{GB} \sim \ln \left\{ \frac{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin \left(\frac{\alpha}{2} \right)} \right)^2 + \left(R + \frac{S}{2 \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)} \right)^2}{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin \left(\frac{\alpha}{2} \right)} \right)^2 + \left(R - \frac{S}{2 \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)} \right)^2} \right\}$$

wobei α der Öffnungswinkel des Brenners 1 (Siehe Fig. 1) ist, S die Eintrittsschlitzbreite bezeichnet und R der mittlere Radius der jeweils betrachteten Stelle des Eintrittsschlitzes 2b, 3b ist (Siehe Fig. 1). Die Richtungen der Gasbohrungen 14 sollten vorzugsweise mit der vorherrschenden Strömungsrichtung im Eintrittsschlitz 2b, 3b zusammenfallen. Dabei ist es wichtig, dass das gasförmige Brennstoff 4 die eigentliche Drosselung beim Eintritt aus dem Gaszufuhrkanal 12a, 13a in die Gasbohrungen 14 erfährt. Da mittelkalorische Gase in der Regel leicht entzündlichen Wasserstoff enthalten, sind die Gasbohrungen 14 so auszulegen, dass sie nicht frei in den Innenraum 17 des Brenners 1 ausblasen können. Diese Gasbohrungen 14 münden in einen Gasinjektorkanal 12b, 13b, der sich bis zum Eintrittsschlitz 2b, 3b erstreckt. Vorteilhaft ist es, wenn dieser Kanal in Längsrichtung mehrfach durch nicht ersichtliche Strömungsbleche unterteilt ist, damit das gasförmige Brennstoff 4 unter Auslegebedingungen, beispielsweise Vollast, in Richtung der Verbrennungsluftströmung kanalisiert wird. Des weiteren wird damit Beihilfe geleistet, dass das gasförmige Brennstoff 4 mit der jeweiligen Geschwindigkeit der herangeführten Luft 7 im Bereich der Eintrittsschlitz 2b, 3b bläst. Damit wird verhindert, dass sich die Luft 7 und das zum Einsatz gelangende mittelkalorische Gas 4 bereits im Eintrittsbereich in den Innenraum 17 des Brenners 1 stark durchmischen kann, denn dies würde zwangsläufig zu einer verfrühten Zündung führen, welche eine diffusionsartige Verbrennung mit stark erhöhten NO_x -Emissionen nach sich zieht. Um diese angestrebten Ziele zu erreichen, wird der Übergang von den Gasbohrungen 14 zum nachfolgenden Gasinjektorkanal 12b, 13b vorzugsweise als Borda-Carnot-Erweiterung ausgebildet. Was die Mindestlänge des Gasinjektorkanals betrifft, so wird hier mit Vorteil auf die übliche Regel der 3 - 5 hydraulischen Durchmesser resp. 6 - 10 Spaltbreite zurückgegriffen. Bei einer solchen Auslegung ist Gewähr vorhanden, dass sich die beruhigte Gasströmung 4 "hauchartig" mit der Luftströmung 7 vermischen kann, wodurch auch die akustische Härte beim Mischvorgang vermieden wird.

Patentansprüche

- Brenner, im wesentlichen bestehend aus mindestens zwei aufeinander positionierten Teilkegelkörpern mit einer in Strömungsrichtung sich öffnenden Kegelform, wobei die Mittelachsen dieser Teilkegelkörper in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass sich über die Länge des Brenners tangentiale Eintrittsschlitz zum Innenraum des Brenners bilden, aus einer Düse zum Einbringen von flüssigem Brennstoff, aus einer Brennstoffleitung zum Eindüsen von gasförmigem Brennstoff im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitz und aus einem Kanal für den Eintritt von Verbrennungsluft, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Kanal (23, 24) ein Injektor (12, 13) für einen weiteren gasförmigen Brennstoff (4) platziert ist, der im Bereich der tangentialen Eintrittsschlitz (2b, 3b) aus dem Injektor (12, 13) strömt und dort mit dem durch den Kanal (23, 24) strömenden Luftstrom (7) vermischbar ist.
- Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Injektor (12, 13) aus einem sich in Strömungsrichtung des Brenners (1) erstreckenden Zufuhrkanal (12a, 13a) für den Brennstoff (4) besteht, dass der Zufuhrkanal (12a, 13a) in Strömungsrichtung des Brennstoffes (4) eine Anzahl Bohrungen (14) aufweist, dass die Bohrungen (14) in einen sich bis im Bereich des Eintrittsschlitzes (2b, 3b) erstreckenden Injektorkanal (12b, 13b) münden.
- Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Uebergang von den Bohrungen (14) zum nachfolgenden Injektorkanal (12b, 13b) durch eine Borda-Carnot-Erweiterung gebildet ist.

4. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl (ρ_{GB}) der Bohrungen (14) pro Flächeneinheit zur radial gemittelten Eintrittsgeschwindigkeit der Luft (7) im Bereich des Eintrittsschlitzes (2b, 3b) des Brenners (1) proportional ist, nach folgender Formel:

$$\rho_{GB} \sim \ln \left\{ \frac{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin(\alpha/2)} \right)^2 + \left(R + \frac{S}{2 \cdot \cos(\alpha/2)} \right)^2}{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin(\alpha/2)} \right)^2 + \left(R - \frac{S}{2 \cdot \cos(\alpha/2)} \right)^2} \right\}$$

wobei α der Öffnungswinkel des kegeligen Brenners (1) ist, S die Eintrittsgeschwindigkeit bedeutet, R der mittlere Radius der jeweils betrachteten Stelle des Eintrittsschlitzes (2b, 3b) ist.

5. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Injektorkanal (12b, 13b) Strömungshilfen für den Brennstoff (4) für eine Angleichung zur Strömungsrichtung des Luftstromes (7) und der Verbrennungsluft (8) vorhanden sind.
6. Verfahren zum Betrieb eines Brenners nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einströmungsgeschwindigkeit des gasförmigen Brennstoffes (4) in den Innenraum (17) des Brenners (1) gleich der oder kleiner als die Geschwindigkeit des aus dem Kanal (23, 24) strömenden Luftstromes (7) ist.

Claims

1. Burner, essentially consisting of at least two partial-conical bodies positioned one upon the other and having a conical shape opening in the flow direction, the centrelines of these partial-conical bodies extending offset relative to one another in the longitudinal direction in such a way that tangential inlet slots to the internal space of the burner form over the length of the burner, of a nozzle for introducing liquid fuel, of a fuel line for injecting gaseous fuel in the region of the tangential inlet slots and of a duct for combustion air to enter, characterized in that in the duct (23, 24) is located an injector (12, 13) for an additional gaseous fuel (4), which flows out of the injector (12, 13) in the region of the tangential inlet slot (2b, 3b) and can there be mixed with the airflow (7) flowing through the duct (23, 24).
2. Burner Claim 1, characterized in that the injector (12, 13) consists of a supply duct (12a, 13a) for the fuel (4) extending in the flow direction of the burner (1), characterized in that the supply duct (12a, 13a) has a number of holes (14) in the flow direction of the fuel (4), and in that the holes (14) enter an injector duct (12b, 13b) extending in the region of the inlet slot (2b, 3b).
3. Burner according to Claim 2, characterized in that the transition from the holes (14) to the subsequent injector duct (12b, 13b) is formed by a Borda-Carnot expansion.
4. Burner according to Claim 2, characterized in that the number (P_{GB}) of holes (14) per unit area is proportional to the radially averaged inlet velocity of the air (7) in the region of the inlet slot (2b, 3b) of the burner (1), in accordance with the following equation:

$$\rho_{GB} \sim \ln \left\{ \frac{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin(\alpha/2)} \right)^2 + \left(R + \frac{S}{2 \cdot \cos(\alpha/2)} \right)^2}{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin(\alpha/2)} \right)^2 + \left(R - \frac{S}{2 \cdot \cos(\alpha/2)} \right)^2} \right\}$$

where $\hat{A}$ is the included angle of the conical burner (1), S signifies the inlet velocity and R is the average radius of the particular position considered of the inlet slot (2b, 3b).

- 5 5. Burner according to Claim 2, characterized in that flow aids for the fuel (4) for matching to the flow direction of the airflow (7) and the combustion air (8) are available in the injector duct (12b, 13b).
6. Method of operating a burner according to Claim 1, characterized in that the inlet velocity of the gaseous fuel (4) into the internal space (17) of the burner (1) is equal to or smaller than the velocity of the airflow (7) flowing from the duct (23, 24).

10 Revendications

- 15 1. Brûleur, se composant essentiellement d'au moins deux corps partiellement coniques placés l'un sur l'autre avec une forme conique s'ouvrant dans le sens de l'écoulement, dans lequel les axes centraux de ces corps partiellement coniques sont décalés en direction longitudinale l'un par rapport à l'autre de telle façon qu'il se forme sur la longueur du brûleur des fentes d'entrée tangentielles vers l'espace intérieur du brûleur, d'un gicleur pour l'introduction de combustible liquide, d'une conduite de combustible pour l'injection de combustible gazeux dans la région des fentes d'entrée tangentielles et d'un canal pour l'entrée d'air de combustion, caractérisé en ce que dans le canal (23, 24) est placé un injecteur (12, 13) pour un autre combustible gazeux (4), qui s'écoule hors de l'injecteur (12, 13) dans la région des fentes d'entrée tangentielles (2b, 3b) et peut s'y mélanger avec le courant d'air (7) circulant à travers le canal (23, 24).
- 25 2. Brûleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'injecteur (12, 13) se compose d'un canal d'arrivée (12a, 13a) pour le combustible (4) s'étendant dans le sens de l'écoulement du brûleur (1), en ce que le canal d'arrivée (12a, 13a) présente dans le sens d'écoulement du combustible (4) un certain nombre de trous (14), en ce que les trous (14) débouchent dans un canal d'injecteur (12b, 13b) s'étendant jusque dans la région de la fente d'entrée (2b, 3b).
- 30 3. Brûleur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le passage des trous (14) au canal d'injecteur (12b, 13b) qui suit est formé par un évasement de Borda-Carnot.
4. Brûleur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le nombre (ρ_{GB}) des trous (14) par unité de surface est proportionnel à la vitesse radiale moyenne d'entrée de l'air (7) dans la région de la fente d'entrée (2b, 3b) du brûleur (1), suivant la relation suivante :

$$40 \quad \rho_{GB} \approx \ln \left\{ \frac{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin(\frac{\alpha}{2})} \right)^2 + \left(R + \frac{S}{2 \cdot \cos(\frac{\alpha}{2})} \right)^2}{\left(\frac{S}{\pi \cdot \sin(\frac{\alpha}{2})} \right)^2 + \left(R - \frac{S}{2 \cdot \cos(\frac{\alpha}{2})} \right)^2} \right\}$$

45 dans laquelle α est l'angle d'ouverture du brûleur conique (1), S désigne la largeur des fentes d'entrée et R désigne le rayon moyen de l'endroit respectivement considéré de la fente d'entrée (2b, 3b).

- 50 5. Brûleur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que des auxiliaires d'écoulement pour le combustible (4) sont prévus dans le canal d'injecteur (12b, 13b) pour une adaptation à la direction d'écoulement du courant d'air (7) et de l'air de combustion (8).
6. Procédé de conduite d'un brûleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse d'entrée du combustible gazeux (4) dans l'espace intérieur (17) du brûleur (1) est égale ou inférieure à la vitesse du courant d'air (7) sortant du canal (23, 24).

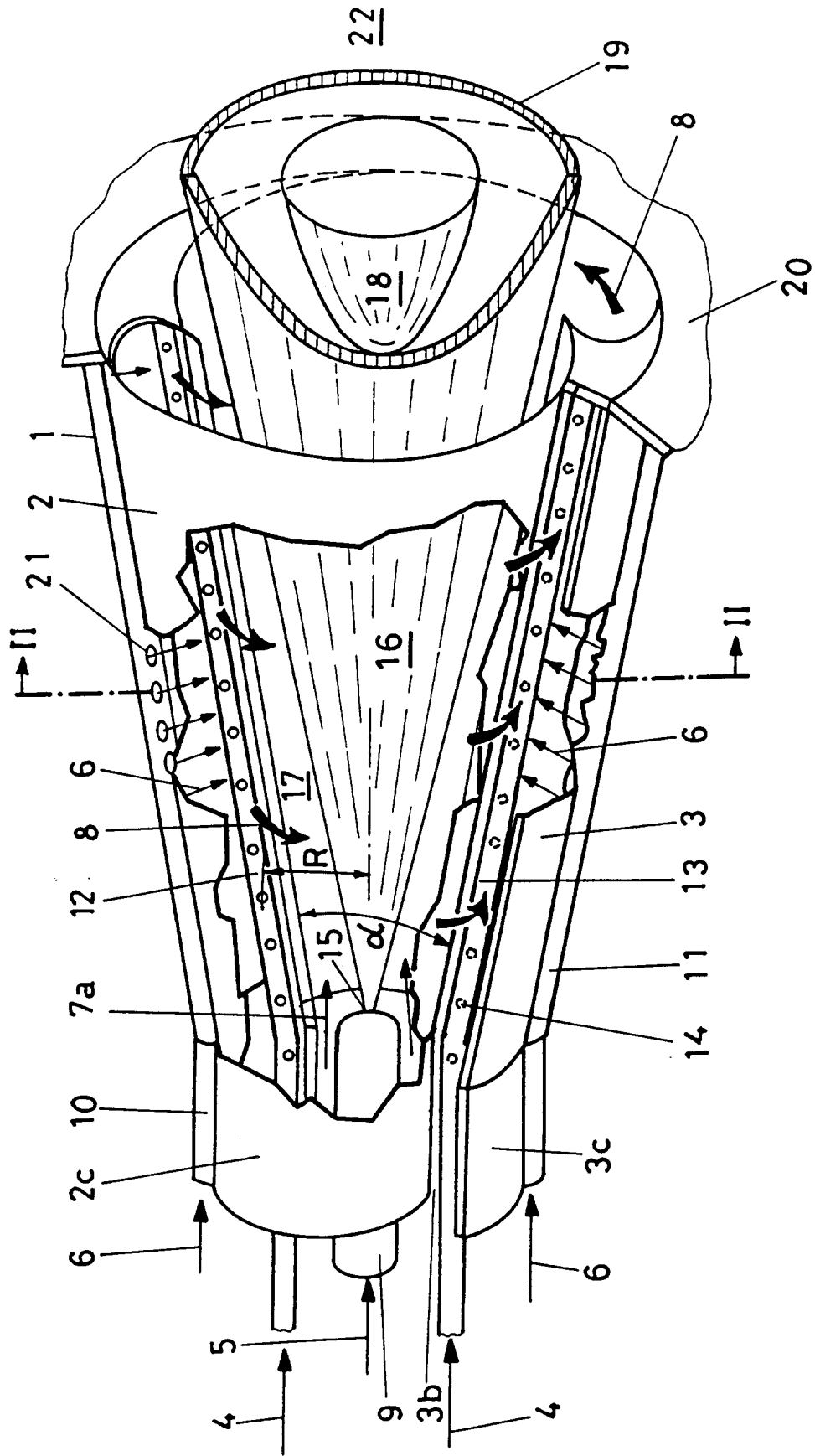


FIG.1

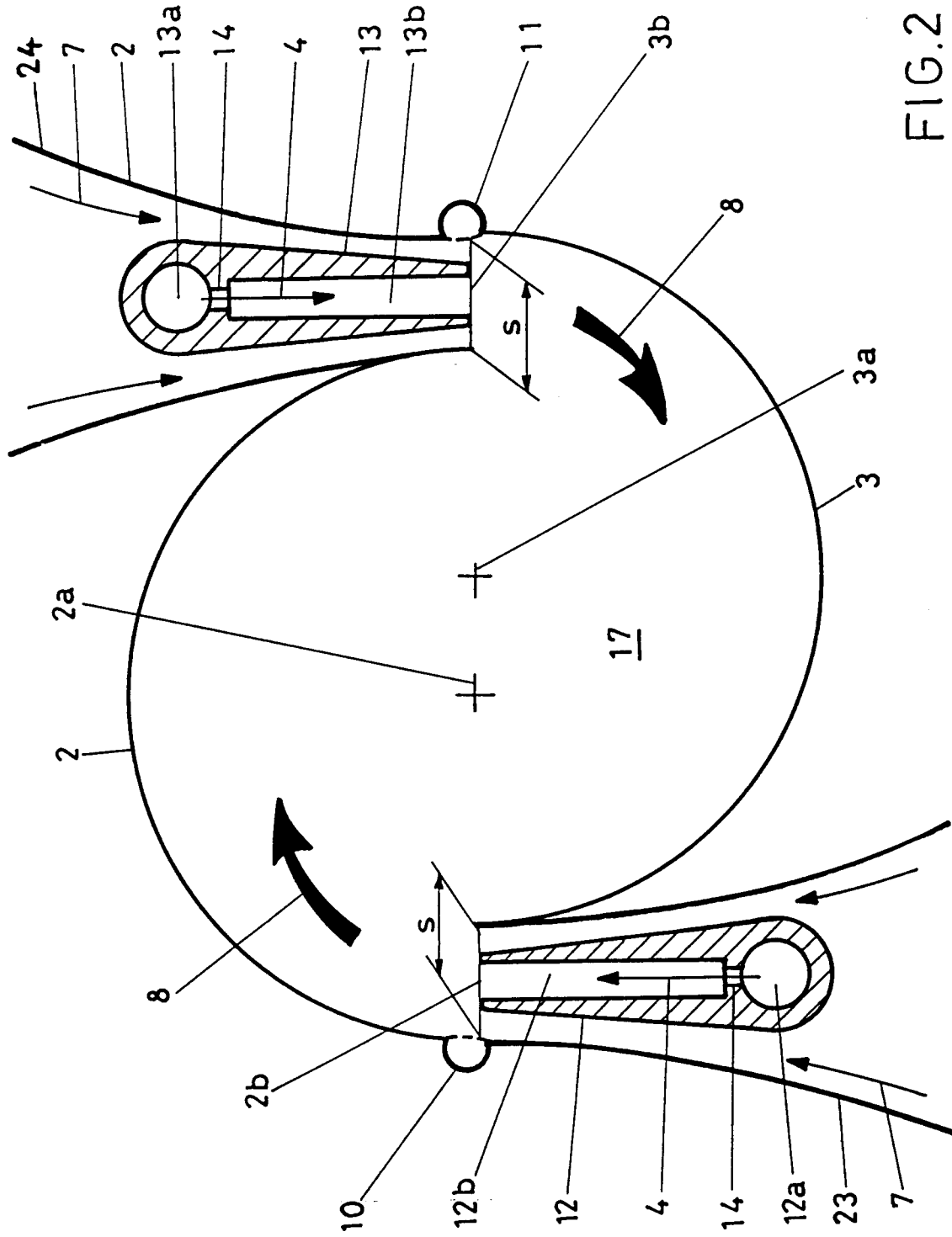


FIG. 2