



CH 680 467 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 680 467 A5

⑤ Int. Cl.5: F 23 D 17/00
F 23 D 11/40

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 4602/89

⑦③ Inhaber:
ASEA Brown Boveri AG, Baden

㉒ Anmeldungsdatum: 22.12.1989

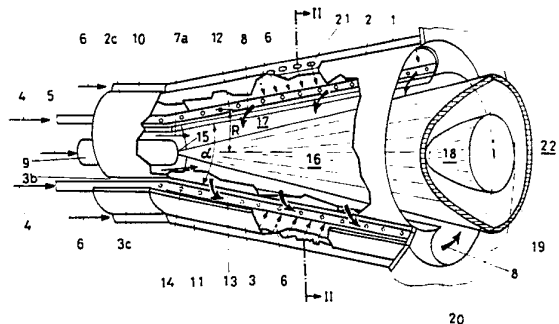
㉔ Patent erteilt: 31.08.1992

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.08.1992

⑦② Erfinder:
Keller, Jakob, Dr., Dottikon

⑤④ **Brenner.**

⑤⑦ Ein Brenner (1) mit einer in Strömungsrichtung sich öffnenden Kegelform setzt sich aus zwei aufeinander positionierten Teilkegelkörpern (2, 3), deren Mittelachsen in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen, zusammen. Aus dieser Versetzung bildet sich über die Länge des Brenners (1) je einen tangentialen Eintrittsschlitz zum Innenraum (17) des Brenners (1). Die Brennstoffzufuhr geschieht zentral über eine Düse (9) und tangential im Bereich der Eintrittsschlitzes über je eine Brennstoffleitung (10, 11), welche mit Brennstofföffnungen (21) versehen ist, die dort die Eindüsung des Brennstoffes (6) übernehmen. Oberhalb jedes Eintrittsschlitzes ist ein Kanal gebildet, der mit einem Injektor (12, 13) bestückt ist. Durch diesen Injektor wird ein weiterer Brennstoff (4) herangeführt. Die Luft/Brennstoff-Mischung mit Brennstoff aus dem Injektor (12, 13) und/oder Brennstoff aus der Brennstoffleitung (10, 11) strömt allgemein als Luft/Brennstoff-Gemisch (8) durch die tangentialen Eintrittsschlitzes in den Innenraum (17) des Brenners (1). Dort findet allenfalls eine weitere Mischung mit dem Brennstoff (5) aus der Düse (9) statt.



CH 680 467 A5

Beschreibung

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

STAND DER TECHNIK

Aus EP-A1 0 321 809 ist ein Brenner bekannt geworden, der aus zwei halben hohlen Teilkegelkörpern 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 plaziert, 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

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 sind, 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

5

Es zeigt:

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

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

BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

15 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 nachempfunden 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 platziert 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 achsial 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 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 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 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 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 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 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. 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 Injektor 12, 13 ist so konzipiert, dass der vorzugsweise eingesetzte gasförmige Brennstoff 4 von einem durchströmmbaren 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 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. Die Dichte der Gasbohrungen, P_{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 Eintrittsschlitze 2b, 3b zusammenfallen. Dabei ist es wichtig, dass der gasförmige Brennstoff 4 die eigentliche Drosselung beim Eintritt aus dem Gaszuführkanal 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 Strömungshilfen unterteilt ist, damit der gasförmige Brennstoff 4 unter Auslegebedingungen, beispielsweise Vollast, in Richtung der Verbrennungsluftströmung kanalisiert wird. Des weiteren wird damit Beihilfe geleistet, dass der gasförmige Brennstoff 4 mit der jeweiligen Geschwindigkeit der herangeführten Luft 7 im Bereich der Eintrittsschlitze 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 können, 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

1. 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 tangentielle Eintrittsschlitze zum Innenraum des Brenners bilden, dadurch gekennzeichnet, dass sich oberhalb jedes Eintrittsschlitzes (2b, 3b), ausserhalb des durch die Teilkegelkörper (2, 3) gebildeten Brenners (1), ein Kanal (23, 24) erstreckt, in welchem ein Injektor (12, 13) für einen Brennstoff (4) platziert ist, dass der Brennstoff (4) im Bereich des Eintrittsschlitzes (2b, 3b) aus dem Injektor (12, 13) strömt und dort mit einem durch den Kanal (23, 24) strömenden Luftstrom (7) vermischbar ist.
2. 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.
3. Brenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang 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 Dichte (ρ_{GB}) der Bohrungen (14) zur radial gemittelten Eintrittsgeschwindigkeit der Luft (7) im Bereich des Eintrittsschlitzes (2b, 3b) des Brenners (1) proportional ist, nach folgender Formel:

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

wobei α der Öffnungswinkel des kegeligen Brenners (1) ist, S die Eintrittsschlitzbreite 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 der Brennstoff (4) durch den Injektor (12, 13) ein gasförmiger ist, dessen Einströmungsgeschwindigkeit in den Innenraum (17) des Brenners (1) gleich oder kleiner gegenüber der Geschwindigkeit der Luftströmung (7), die sich im Bereich der Eintrittsschlitze (2b, 3b) mindestens mit dem Brennstoff (4) vermischt, angepasst wird.

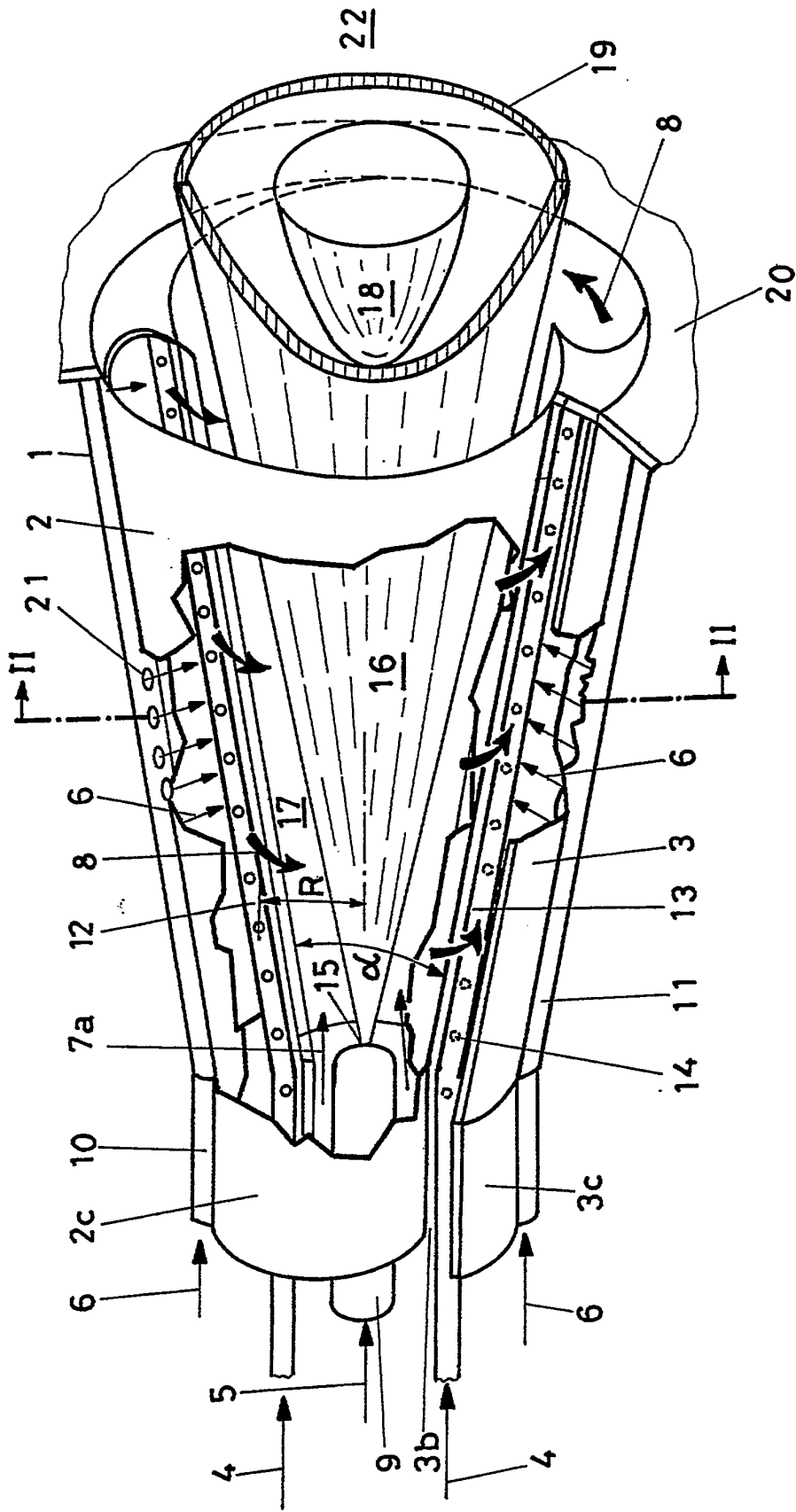


FIG. 1

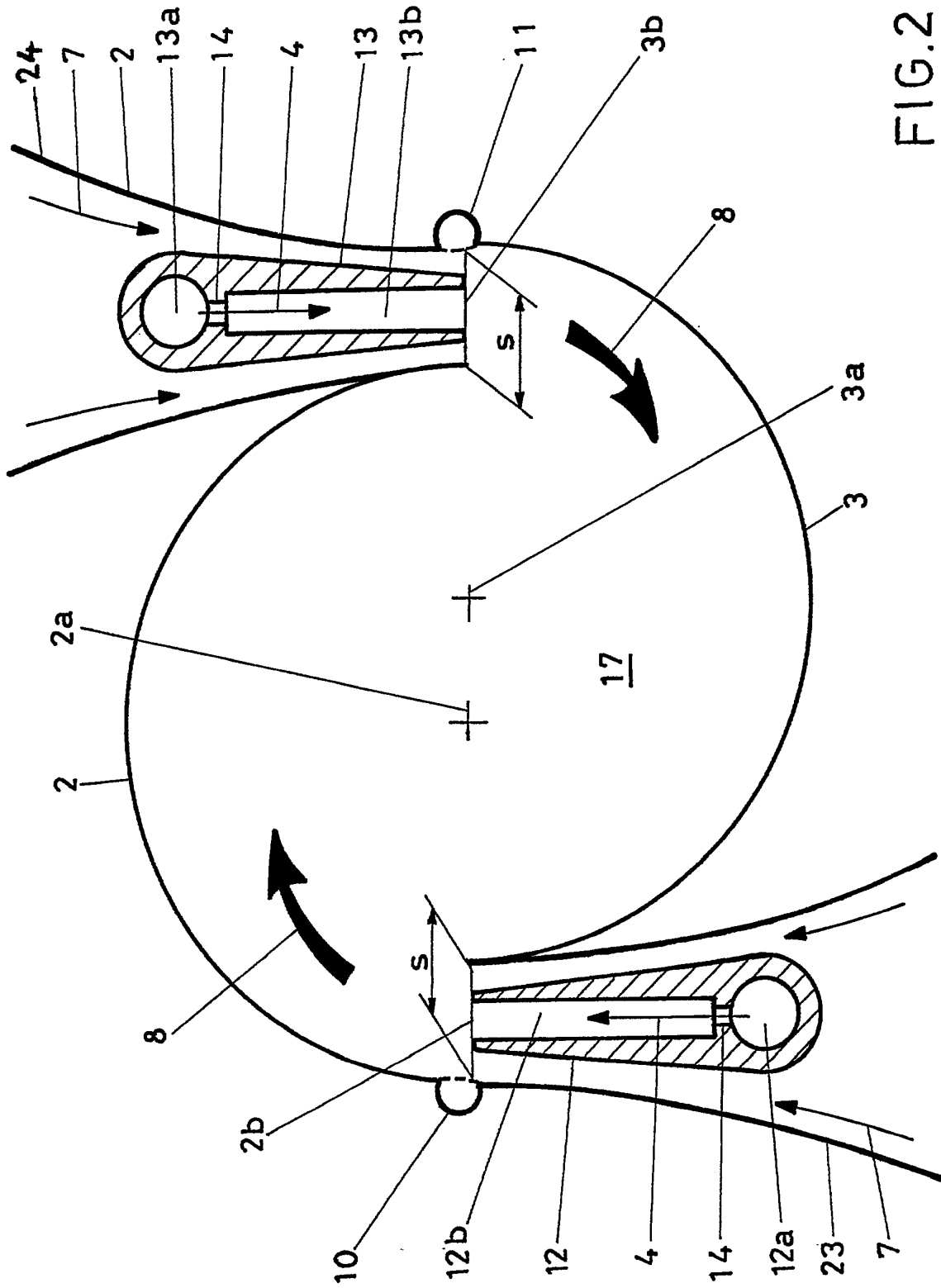


FIG.2