



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 24 233 T2** 2005.06.23

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 877 202 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 24 233.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 302 205.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.03.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.11.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.06.2005**

(51) Int Cl.7: **F23D 11/00**
F23L 7/00

(30) Unionspriorität:
9709205 07.05.1997 GB

(73) Patentinhaber:
The BOC Group plc, Windlesham, Surrey, GB

(74) Vertreter:
Fleuchaus & Gallo, 86152 Augsburg

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**Feldermann, Christian Juan, Eckington, Sheffield,
S31 9GW, GB**

(54) Bezeichnung: **Drallbrenner für Sauerstoff und Heizöl**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Brenner zum Verbrennen eines flüssigen Brennstoffs und bezieht sich insbesondere, aber nicht ausschließlich, auf einen Ölbrenner mit niedriger NO_x -Emission, und der mit Wirbeltechnik zur Unterstützung einer vollständigen oder im wesentlichen vollständigen Verbrennung arbeitet.

[0002] Die US-A-S 554 022 bezieht sich auf einen Brenner zum Verbrennen eines Brennstoffs, mit einer Brennstoffleitung zum Zuführen von Brennstoff zu einer in eine Brennkammer ausmündenden Brennstofföffnung und einer Vielzahl von primären und sekundären Oxidationsmittelloffnungen, die um die Brennstofföffnung herum positioniert sind. Die primären Oxidationsmittelauslässe sind in ersten pyramidenartig divergierenden Flächen vorgesehen, und die sekundären Oxidationsmittelauslässe sind unter einem größeren Winkel von der Brennerlängsachse als die ersten (oder inneren) pyramidenartigen Flächen angeordnet.

[0003] Die US-A-3 685 740 beschreibt einen Sauerstoff-Brennstoff-Brenner der Raketenbrennerbauart mit einer zylindrischen Brennkammer mit einem offenen Austragsende und einer Brennerplatte mit getrennten Sauerstoff- und Brennstofföffnungen, die das entgegengesetzte Ende der Kammer bildet. Die projizierten Längsachsen der Sauerstofföffnungen verlaufen in konvergierenden Richtungen zur Längsachse der Kammer hin, sind aber in diese nicht schneidender Beziehung versetzt, so daß Punkte auf den jeweiligen Achsen, die der Kammerachse am nächsten gelegen sind, eine querverlaufende Ebene zwischen der Brennerplatte und dem Kammerauslaß definieren. Die projizierten Längsachsen der Brennstofföffnungen verlaufen im wesentlichen parallel zur Kammerachse zur Mischung von Sauerstoff und Brennstoff bei und jenseits der Ebene der größten Nähe. Es sind Mittel zum Einstellen der Längsposition der Brennerplatten längs der Kammerachsen und dadurch zum Positionieren der Ebene der größten Nähe in Relation zum Kammerauslaß vorgesehen, um das Brenneraustragsflammenbild zu bestimmen. Ein solcher Brenner weist auch einen Kühlwassermantel auf, der zur Spitze des Brenners hin verläuft, um die genannte Spitze während des Betriebs des Brenners zu kühlen. Während der Brenner eine Anzahl unterschiedlicher Flammenbilder erzeugen kann, neigen diese Bilder dazu, turbulent zu sein, und sind deshalb für gewisse Anwendungen nicht geeignet. Es ist auch anzumerken, daß dieser Brenner für eine vollständige Vermischung des Sauerstoffs/Brennstoffs ausgelegt ist, so daß heiße, vollständig verbrannte Flammengase den Brenner verlassen. Infolgedessen benötigt die Brennerspitze Kühlung und folglich ist auch der Gesamtbrennerwirkungsgrad verringert, da ein Teil der Verbrennungs-

wärme an das Kühlmedium im Kühlmantel verloren geht. Des weiteren ist dieser Brenner vergleichsweise laut, und, während er weniger schädliche Emissionen wie beispielsweise NO_x als andere herkömmliche Brenner erzeugt (z.B. die sogenannten "Rohr-in-Rohr"-Brenner) sind diese Emissionen wegen des angewendeten Sauerstoff/Brennstoff-Mischverfahrens immer noch besorgniserregend.

[0004] Die vorliegende Erfindung beinhaltet einen Brenner zur Verbrennung von Sauerstoff und einem flüssigen Brennstoff, wobei der Brenner einen äußeren Mantel, der ein erstes Einlassende und ein zweites Auslassende für den Austritt der Brennflamme und zum Bilden einer Brennkammer sowie eine Längsachse X hat, weiter Brennstoffzufuhrmittel zum Einleiten eines Stroms zerstäubten Brennstoffs in das Einlassende und zum Richten desselben zum Auslassende hin, sowie Sauerstoffzufuhrmittel zum Einleiten von Sauerstoff in das Einlassende und zum Richten desselben zum Auslassende hin aufweist, wobei die Sauerstoffzufuhrmittel eine Mehrzahl von Sauerstoffauslässen umfassen, die umfangsmäßig um die Brennstoffzufuhrmittel beabstandet und radial einwärts zum Auslassende hin abgewinkelt sind, um dadurch einen drallbehafteten konvergierenden Sauerstoffkegel zu erzeugen, der den Brennstoffstrom in einer ersten stromaufwärtigen Zone desselben schneidet, wobei die Brennstoffzufuhrmittel einen im wesentlichen mittigen Auslaß mit einer divergierenden Innenwandfläche aufweisen, über welche der Brennstoff bei dessen Austritt geleitet wird, und wobei die divergierende innere Wandfläche einen ersten divergenten Flächenbereich angrenzend an den mittigen Auslaß und sich in einen zweiten divergenten Flächenbereich desselben fortsetzend aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die divergenten Flächenbereiche konisch sind, die Sauerstoffauslässe relativ zur Längsachse schräggestellt sind, und der erste konische Flächenbereich unter einem größeren Winkel als der zweite konische Flächenbereich von der Längsachse (X) divergiert.

[0005] Bei einer solchen "geknickten" Konusfläche wandert mindestens ein Teil des von dem mittigen Auslaß ausgehenden flüssigen Brennstoffs entlang der ersten konischen Fläche, bevor er an der Stelle der Diskontinuität in den Hauptstrom ausgeworfen wird, wo die erste Fläche an die zweite Fläche grenzt, wodurch das Vermischen des Sauerstoffs und des flüssigen Brennstoffs verbessert wird. Durch Kombinieren der aerodynamisch gesteuerten Verzögerung der Strömungsvermischung und der Strömungslaminarisierung mit der inneren Rezirkulation (d.h. innerhalb der Flamme) von Brenngasen und Oxidationsmitteln hat es sich gezeigt, daß ein solcher Brenner niedrige CO -, NO_x - und Rußemissionen erzeugt, und daß die konische Düsenkonstruktion den Geräuschpegel von 120 dB beim Stand der Technik beträchtlich reduziert. Es ist sehr leicht, die Form der vom

Brenner emittierten Flamme schnell zu ändern, und wegen der verringerten Rußbildung im Gebrauch des Brenners (weil Brenngase und Oxidationsmittel innerhalb der Flamme aufgrund des Wirbeleffekts intern rezirkuliert werden, wird Ruß rückstandsfrei im letzten Teil der Flamme verbrannt) wird eine sehr leuchtende Flamme erzeugt. Der Brenner erzeugt eine Flamme mit zwei Verbrennungsbereichen, nämlich eine erste, an den Brennstoffauslaß angrenzende brennstoffreiche Zone und eine zweite spätere Zone, wo die Hauptverbrennung stattfindet und wo der größere Teil der Wärme erzeugt wird. Diese Distanzierung der Hauptverbrennungszone vom Brenner verhindert eine Überhitzung des Brenners und benachbarter feuerfester Materialien, und lässt die Notwendigkeit für eine Wasserkühlung dieser Teile entfallen. Die Aufteilung der Flamme in zwei Bereiche ist als "Abstufen" bekannt, und die Stelle, an welcher die beiden Bereiche zusammentreffen, wird der "Abstufungspunkt" genannt (im allgemeinen ist die Abstufung umso höher, je größer die Länge der ersten Zone relativ zur zweiten Zone ist, und umgekehrt). Die Abstufung wird in umgekehrter Proportion zur Größe der Brennstoff- und/oder Sauerstoffauslässe verringert.

[0006] Die erste konische Fläche kann unter einem Winkel β von zwischen 15 und 30° zum zweiten Konuswinkel oder mehr vorzugsweise zwischen 20 und 25° verlaufen. Eine Veränderung des Winkels β beeinflusst die Gesamtflammenlänge und vergrößert oder vermindert außerdem die Brennstoff/Sauerstoff-Vermischung entsprechend den Eigenschaften des Brennstoffs wie beispielsweise Viskosität, Dichte, Temperatur usw.

[0007] Vorteilhafterweise divergiert die zweite konische Fläche unter einem Winkel Φ von zwischen 30 und 40° relativ zur Achse X.

[0008] Vorzugsweise beträgt der Winkel Φ zwischen 30 und 35°.

[0009] Vorzugsweise sind die Sauerstoffzufuhrauslässe radial einwärts unter einem Winkel α von zwischen 5 und 10° relativ zur Achse X abgewinkelt.

[0010] Vorzugsweise sind die Sauerstoffzufuhrauslässe unter einem Winkel θ von zwischen 20 und 30° relativ zur Achse X schräggestellt. Im allgemeinen gilt, je größer der Scherungswinkel θ , desto größer ist die Gesamtflammenlänge, und umgekehrt.

[0011] Bei einer besonders vorteilhaften Anordnung weist der Brenner Mittel zum Verändern der Axialposition der Brennstoff- und Sauerstoffauslässe innerhalb der Brennkammer auf, um dadurch das Austragsbild des Brenners zu verändern. Die Brennstoff- und Sauerstoffzufuhrmittel können beispielsweise in einem Brennerblock innerhalb der Brennkammer en-

digen, und dieser Brennerblock ist längs der Achse X axial verschiebbar, um so die axiale Position der Brennstoff- und Sauerstoffauslässe innerhalb der Brennkammer zu verändern.

[0012] Der Brennstoffauslaß kann ein Brennölauflaß sein, und die Sauerstoffzufuhrmittel können Sauerstoff, Luft, oder sauerstoffangereicherte Luft zuführen.

[0013] Bei gewissen Anwendungsfällen ist es vorteilhaft, zusätzliche Luft oder sauerstoffangereicherte Luft zur Verbrennung zuzuführen. Dies wird vorzugsweise durch Vorsehen einer Mehrzahl von Luftauslässen erreicht, die umfangsmäßig um die Sauerstoffauslässe beabstandet sind, wobei die Luftauslässe so konfiguriert sind, daß sie einen Luftstrom radial einwärts relativ zur Achse X und relativ dazu schräggestellt richten. Die Luftauslässe sind vorzugsweise in der gleichen Richtung wie die Sauerstoffauslässe schräggestellt.

[0014] Vorzugsweise wird der Brenner nach der Erfindung so betrieben, daß die Geschwindigkeiten des Brennstoffs und des Sauerstoffs an der Abstufungsstelle ungefähr gleich sind, um so die Mischung zu verstärken und dadurch die Verbrennung zu optimieren (und Emissionen zu minimieren), und/oder um die Gesamtflammenform/Länge zu verändern. Dies kann durch Veränderung des Sauerstoff/Brennstoffgeschwindigkeitsverhältnisses an den Auslässen des Brenners zwischen 1 : 1 und etwa 10 : 1, vorteilhafterweise auf etwa 2 : 1, bewerkstelligt werden.

[0015] Die vorliegende Erfindung wird nunmehr lediglich beispielshalber unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Zeichnungen mehr im einzelnen beschrieben, in denen zeigt:

[0016] [Fig. 1](#) eine teilweise geschnittene perspektivische Darstellung eines Brennstoff-Sauerstoff-Brenners nach der Erfindung,

[0017] [Fig. 2](#) einen Schnitt des Brennerblocks nach [Fig. 1](#),

[0018] [Fig. 3](#) eine Draufsicht des Brennerblocks in Richtung des Pfeils T in [Fig. 2](#),

[0019] [Fig. 4](#) eine Stirnansicht des Brennerblocks in Richtung des Pfeils A in [Fig. 2](#),

[0020] [Fig. 5](#) eine weitere Schnittdarstellung des Brennerblocks mit Darstellung des zugeordneten Strömungsbilds,

[0021] [Fig. 6](#) eine Stirnansicht des Brennerblocks in Richtung des Pfeils W in [Fig. 5](#),

[0022] [Fig. 7a](#) eine Schnittdarstellung einer weite-

ren Ausführungsform eines Brennerblocks gemäß der Erfindung, und

[0023] [Fig. 7b](#) eine Stirnansicht des Brennerblocks nach [Fig. 7a](#).

[0024] Der in [Fig. 1](#) beispielsweise gezeigte Sauerstoff-Brennstoff-Brenner **10** weist einen rohrförmigen oder zylindrischen Mantel **12** mit einem ersten Einlassende **12a**, einem zweiten Auslassende **12b** für den Brennflammenaustrag, und eine Längsachse X sowie ein mittiges Brennstoffzufuhrrohr **14** auf, das zwischen dem Einlassende **12a** und dem Auslassende **12b** verläuft, an welchem es mit einem Brennerblock **16** aus rostfreiem Stahl verbunden ist, der am besten in den [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) sichtbar ist. Das Brennstoffzufuhrrohr **14** endet in einem im wesentlichen mittigen Auslaß **18**, der auf der Achse X positioniert ist und eine im allgemeinen divergierende konische Innenfläche **20** aufweist, über welche der Brennstoff beim Austritt hieraus gelangt. Außerdem ist am Brennerblock eine Mehrzahl von Sauerstoffauslässen **22** gebildet, die umfangsmäßig um den Brennstoffzufuhrauslaß **18** beabstandet und radial einwärts in Richtung zum Auslassende **12b** abgewinkelt sowie relativ zur Achse X schräggestellt sind, um so einen wirbelnden konvergierenden Sauerstoffkegel zu erzeugen, der den Brennstoffstrom in einer ersten stromaufwärtigen Zone Z1 schneidet. Bezugnehmend wieder auf [Fig. 1](#) ist anzumerken, daß die Sauerstoffzufuhrmittel weiter den zwischen dem Gehäuse **12** und dem Brennstoffzufuhrkanal **14** gebildeten Kanal **24** umfassen, wobei Sauerstoff durch einen Einlaß **26** zugeführt und dann längs des Kanals **24** geleitet wird, so dass er auf eine rückwärtige Fläche **16a** der Brennerplatte **16** gerichtet ist, wo der Sauerstoff in die Mehrzahl von Sauerstoffzufuhranslässen **22** hineingelangt, die jeweils an einer innerhalb der konischen Fläche **20** befindlichen Stelle endigen.

[0025] Die "allgemein divergente" konische innere Fläche **20** umfaßt tatsächlich zwei divergierende konische Flächen **20a**, **20b** (siehe [Fig. 2](#)), wobei die stromaufwärtige Fläche **20a** unter einem größeren Divergenzwinkel zur Achse X verläuft als die stromabwärtige Fläche **20b** (der Winkel zwischen den beiden Flächen ist mit β bezeichnet). In [Fig. 2](#) beträgt β etwa 23° , und der Divergenzwinkel Φ der Fläche b von der Achse X beträgt etwa 35° . Die konischen Flächen **20a**, **20b** stoßen entlang eines Kreises aneinander, der sich vorzugsweise angrenzend an die Sauerstoffzufuhranslässe **22** befindet (beispielsweise längs des Umkreises der Mittelpunkte der Auslässe **22**, wie in den Figuren dargestellt).

[0026] Im Betrieb strömt mindestens ein Teil des flüssigen Brennstoffs entlang der stromaufwärtigen Fläche **20a**, bevor er sich davon an der Verbindungsstelle mit der stromabwärtigen Fläche **20b** ablöst, wodurch seine Einleitung in den Hauptbrennstoffstrom

verzögert und die Vermischung mit dem Sauerstoff verstärkt wird.

[0027] Aus [Fig. 2](#) ist ersichtlich, daß die Sauerstoffauslässe **22** jeweils radial einwärts unter einem Winkel α von zwischen 5° und 10° relativ zur Achse X abgewinkelt ist, was dazu führt, daß jede Sauerstoffströmung radial einwärts gerichtet ist, so daß sie sich mit der aus dem Auslaß **18** austretenden Brennstoffströmung schneidet. Aus der Draufsicht in [Fig. 3](#) ist ersichtlich, daß jeder Sauerstoffauslaß **22** außerdem unter einem Winkel θ von zwischen 20° und 30° relativ zur Achse X schräggestellt ist. [Fig. 4](#) zeigt die versteckten Einzelheiten des Pfads der Sauerstoffzufuhranslässe **22**, während sie von der Fläche **16a** zur Fläche **20** verlaufen. Die Winkel der Sauerstoffauslässe **22**, die divergierende konische Form der Düse **20**, und die Geschwindigkeitsverhältnisse zwischen dem Sauerstoff und dem Brennstoff sind sehr wichtig und diktiert die Menge von Emissionen und die Flammenform. Es wird nun mehr im einzelnen auf die [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) Bezug genommen, woraus ersichtlich ist, daß die Divergenz Φ der Fläche **20b** von zwischen 30° und 40° (vorzugsweise zwischen 30° und 35°) einen Verlauf des Brennstoffaustritts aus dem Auslaß **18** in glatter Weise und das Erzeugen einer vergleichsweise langen schmalen geraden Strömung mit im wesentlichen laminarem Verhalten ermöglicht. Dies steht in starkem Gegensatz mit zahlreichen Anordnungen des Standes der Technik, bei denen der Brennstoff in einer Weise eingeleitet wird, bei der die Schaffung eines turbulenten Strömungsverlaufs spezifisch beabsichtigt ist. Die Mehrzahl von Sauerstoffauslässen **22** ist so positioniert, daß ein Sauerstoffstrom radial einwärts unter einem Winkel α von zwischen 5° und 10° relativ zur Achse X gerichtet wird, so daß ein verzögertes Einmischen des Sauerstoffs in die Brennstoffströmung bewirkt wird, so daß die Zone Z1 in einem im wesentlichen brennstoffreichen Zustand gehalten wird, während die Zone Z2 als brennstoffarmer Bereich aufrechterhalten wird. Diese Anordnung hat den Vorteil der Verzögerung der Schaffung eines leuchtenden Bereichs, der an der Stelle etwa 300 mm bis 500 mm weg vom Brenner beginnt, so daß eine Überhitzung des Brenners und irgendwelchen feuerfesten Materials im Bereich von dessen Flammenauslaßende verhindert wird. Folglich kann diese Konstruktion die anfängliche Flammentemperatur auf unter 1200°C halten, und daher ist eine Wasserkühlung des Brenners nicht notwendig. Höhere Temperaturen können aufgenommen werden, wenn Legierungen wie beispielsweise INCOALLOY, CuproNickel oder Monel 400 verwendet werden oder eine Wasserkühlung vorgesehen ist, obwohl auf eine Wasserkühlung verzichtet werden kann, wenn Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit und niedriger Korrosion wie beispielsweise CuproNickel für den gesamten Brenner verwendet wird. Die brennstoffreiche Zone Z1 erstreckt sich etwa über 300 mm bis 500 mm Länge und endet am Beginn der

zweiten, etwas größeren Zone Z2, wo die Hauptverbrennung stattfindet. Die Ausdehnung der zweiten Zone Z2 kann durch Veränderung des Winkels α und das Zurückziehen der Düsen- oder Brennerplatte **16** innerhalb des Mantels oder Gehäuses **12** verändert werden, wie auf dem Fachgebiet bekannt ist. Während man sieht, daß der Winkel α im allgemeinen für jede bestimmte Brennerkonstruktion eingestellt wird, kann die Position der Brennerplatte **16** entlang der Achse X durch Betätigen eines Motors **36** (Fig. 1) verändert werden, was wiederum den Brennstoffzufuhrkanal **14** und die Brennerplatte **16** entlang der Achse X bewegt. Je weiter die Brennerplatte **16** zurückgezogen wird, desto größer ist die Wirkung, die das Auslassende **12b** auf die Flammenform hat, wobei der Wirbeleffekt mit zunehmendem Zurückziehen verringert wird. Eine solche Verringerung des Wirbels führt zu entsprechenden Veränderungen der Flammenlänge und Rezirkulation, und folglich kann das Flammenbild in Anpassung an einen bestimmten Kundenbedarf verändert werden. Wenn der Brennerblock **16** so positioniert wird, daß er bündig mit dem Auslassende **12** endet, gibt es natürlich von diesem wenig, wenn überhaupt eine Beeinflussung, und die Flammenform wird weitgehend durch Form, Position und Winkel der Brennstoff- und Sauerstoffauslässe selbst vorgegeben.

[0028] Es wird nun mehr im besonderen auf die Fig. 3 und Fig. 4 Bezug genommen, woraus man erkennt, daß die Sauerstoffauslässe **22** auch unter einem Winkel θ relativ zur Längsachse X schräggestellt sind, so daß ein gewisser Wirbel im Sauerstoffstrom erzeugt wird, der dann in Richtung des Pfeils R um den mittigen Brennstoffstrom rotiert. Ein Winkel θ von zwischen 20° und 30° , vorzugsweise zwischen 20° und 25° , erzeugt einen ausreichenden Wirbel, um eine Rezirkulationswirkung in der Brennzone Z2 hervorzurufen, so daß irgendwelche verbleibenden unerwünschten Verbrennungsprodukte rezirkuliert und mit etwa verbleibendem O_2 für eine vollständige oder im wesentlichen vollständige Verbrennung rezirkuliert werden und infolgedessen sich eine signifikante Verringerung von NO_x , CO und Ruß ergibt, bevor die Flamme die Zone Z2 verläßt.

[0029] Es wird nun noch einmal kurz auf Fig. 1 Bezug genommen, wo eine Betätigungseinrichtung in Form eines Motors **36** und Zahnstangen-Ritzel-Anordnungen **38**, **40** am distalen Ende des Brennstoffkanals **14** vorgesehen und so betätigbar sind, daß der Kanal und die Brennerplatte **16** axial entlang der Achse X bewegt werden können, um dadurch die axiale Position der Brennstoff- und Sauerstoffauslässe **18**, **22** innerhalb der Brennkammer zu verändern und dadurch das Austragsbild des Brenners selbst zu verändern, wie es auf dem Fachgebiet bekannt ist. Pumpen **34** und **42** in Fig. 1 dienen zum Zuführen des Brennstoffs und Sauerstoffs in die Brennkammer mit dem erforderlichen Strömungsdurchsatz und einem

ausreichenden Geschwindigkeitsverhältnis, um etwa gleiche Sauerstoff- und Brennstoffgeschwindigkeiten am Abstufungspunkt zu erreichen. In der Praxis ergibt ein Sauerstoff/Brennstoff-Geschwindigkeitsverhältnis an den jeweiligen Auslässen von zwischen 1 : 1 und 10 : 1 gleiche Geschwindigkeiten am Abstufungspunkt; beim dargestellten Brenner wird ein Geschwindigkeitsverhältnis von etwa 2 : 1 bevorzugt.

[0030] Im Betrieb reduziert der vorliegende Brenner die Bildung von Stickoxiden durch Kombinieren einer verzögerten Vermischung von Brennstoff/Sauerstoff mit einer Laminarisierung der Strömung und einer inneren Rezirkulation. Solche Verfahren resultieren in einer "Abstufung" bzw. die Erzeugung von zwei Bereichen Z1, Z2 der Verbrennung, nämlich einer ersten brennstoffreichen Zone von etwa 300 mm bis 500 mm Länge, und zweitens einer größeren Zone, in welcher die Hauptverbrennung stattfindet. Beide Zonen haben ihre eigenen Eigenschaften, wobei die erste, Z1, von sehr niedriger Temperatur und niedriger Leuchtkraft ist, was die Bildung von NO_x und die Überhitzung des Brenners und/oder irgendwelchen feuerfesten Materials in dessen Bereich verhindert, während die angrenzende Zone Z2 etwas heißer ist. Wie oben beschrieben, kann die Ausdehnung der zweiten Zone Z2 durch den Winkel der Sauerstoffauslässe und das Zurückziehen der Düsenbrennerplatte **16** innerhalb des Mantels **12** gesteuert werden. Die Zone Z2 ist sehr leuchtstark, wobei der Hauptteil des Brennstoffs vollständig verbrannt wird, was mindestens teilweise auf einem Rezirkulationseffekt beruht, der durch den um den Brennstoffstrom drallbehafteten Sauerstoff bewirkt wird. Infolgedessen wird die Erzeugung NO_x verhindert, und gebildeter Ruß, der die Leuchtkraft verstärkt, wird rückstandsfrei verbrannt. Des weiteren ist die Düsenkonstruktion in der Lage, die Geräuschpegel von den 120 dB des Standes der Technik markant zu verringern.

[0031] Der radiale Winkel α der Sauerstoffauslässe **22** erzeugt die charakteristisch verzögerte Vermischung und den transparent blauen anfänglichen, niedere Temperatur aufweisenden Flammenteil, und der Schrägstellwinkel Φ erzeugt die charakteristische Drallzahl und die entsprechende interne Rezirkulation innerhalb der rußhaltigen Flamme. Eine Veränderung des Winkels α beeinflusst die Flammenlänge und die NO_x Bildung und ergibt daher eine Steuerung über diese, während eine Veränderung des Winkels Φ die Flammenbreite, die Leuchtkraft und die NO_x -Bildung beeinflusst. Der Brennstoffauslaß **18** hat im Verhältnis zu herkömmlichen Brennern einen großen Durchmesser und erzeugt mindestens teilweise das gewünschte Geschwindigkeitsverhältnis zwischen dem Sauerstoff und dem Brennstoff. Der Kegelwinkel Φ von zwischen 30° und 40° , vorzugsweise zwischen etwa 30° und etwa 35° , schafft eine vollständige Stabilisierung der Flamme über einen breiten Bereich von Strömungen (d.h. ein weites "he-

runterdrehen") sowie die Verringerung der Geräuschpegel im Betrieb.

[0032] Es wird nun auf die [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) Bezug genommen, bei denen mit den schon beschriebenen Elementen identische Elemente mit einem Bruchstrich bezeichnet sind, und wo eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt ist.

[0033] Umfangsmäßig beabstandet um die Sauerstoffauslässe **22'** ist eine Mehrzahl von Luftauslässen **50** zur Zufuhr von Luft oder Sauerstoff angereicherter Luft zum Verbrennungsvorgang vorgesehen. Die Luftauslässe **50** sind einwärts relativ zur Achse X abgewinkelt, aber unter einem Winkel, der etwas größer als α ist, so daß sie zur Flamme in Richtung zur Schnittstelle der ersten und der zweiten Zone Z1 und Z2 konvergieren (siehe [Fig. 5](#)). Die Luftauslässe **50** sind außerdem in der gleichen Richtung wie die Sauerstoffauslässe **22'** schräg gestellt (siehe [Fig. 7b](#)), um so zu dem vorteilhaften Wirbeleffekt beizutragen, der durch die Schrägstellung der Sauerstoffauslässe **22'** erzeugt wird. Es kann gleichermaßen vorteilhaft sein, zur Begünstigung weiterer Turbulenz die Luftauslässe **50** in entgegengesetzter Richtung zur Schrägstellung der Sauerstoffauslässe **22'** schräg zu stellen (nicht dargestellt).

[0034] Bei der Ausführungsform nach [Fig. 7a](#) weisen die Brennstoffzufuhrmittel eine Kappenbaugruppe **52a** auf (deren vorderes Ende die erste divergente konische Fläche **20a'** bildet), die koaxial mit der Achse X verläuft und lösbar innerhalb des Brennerblocks **16'** montiert ist. Dies ist eine besonders vorteilhafte Anordnung, da sie einen schnellen Austausch der Kappenbaugruppe **52a** zur Wartung oder Reparatur oder zur Veränderung des Winkels der ersten divergenten konischen Fläche erlaubt, was wünschenswert sein kann, wenn die Art des zum Brenner zugeführten Brennstoffs verändert wird.

[0035] Wie auf dem Fachgebiet bekannt, sind Mittel zur Veränderung der Strömungen von Brennstoff Sauerstoff und Luft in und aus dem Brenner vorgesehen, um den Verbrennungsprozeß für eine bestimmte Anwendung fein einzustellen.

[0036] Herkömmliche Brenner erzeugen normalerweise eine lange "träge" Flamme, wenn sie mit 21% Sauerstoff versorgt werden, und eine turbulente, intensive kurze Flamme bei 100% Sauerstoff. In Versuchen haben wir festgestellt, daß unser Brenner im wesentlichen konstante Flammeneigenschaften über den gesamten Bereich von Sauerstoffanreicherungspegeln aufrechterhält, insbesondere Flammenlänge und Breite. Die einzigen erkennbaren Veränderungen sind Flammentemperatur und Leuchtkraft.

[0037] Zusätzlich zu anderen oben erwähnten Vor-

teilen ist ein Brenner nach der Erfindung besonders geeignet zum Schmelzen von nicht Eisen- und Eisenmetallen und für Schmelzanwendungen wie beispielsweise in der Glasherstellung, oder zum Einsatz bei der Stahlherstellung allgemein und bei elektrischen Lichtbogenöfen im besonderen.

Patentansprüche

1. Brenner (**10**) zum Verbrennen von Sauerstoff und einem flüssigen Brennstoff, wobei der Brenner (**10**) einen äußeren Mantel (**12**), der ein erstes Einlassende (**12a**) und ein zweites Auslassende (**12b**) für den Austritt der Brennflamme und zum Bilden einer Brennkammer sowie eine Längsachse (X) hat, weiter Brennstoffzufuhrmittel (**14**, **18**) zum Einleiten eines Stroms zerstäubten Brennstoffs in das Einlassende (**12a**) und zum Richten desselben zum Auslassende (**12b**) hin, sowie Sauerstoffzufuhrmittel (**22**, **24**, **26**) zum Einleiten von Sauerstoff in das Einlassende (**12a**) und zum Richten desselben zum Auslassende (**12b**) hin aufweist, wobei die Sauerstoffzufuhrmittel (**22**, **24**, **26**) eine Mehrzahl von Sauerstoffauslässen (**22**) umfassen, die umfangsmäßig um die Brennstoffzufuhrmittel (**14**, **18**) beabstandet und radial einwärts zum Auslassende (**12b**) hin abgewinkelt sind, um dadurch einen drallbehafteten konvergierenden Sauerstoffkegel zu erzeugen, der den Brennstoffstrom in einer ersten stromaufwärtigen Zone desselben schneidet, wobei die Brennstoffzufuhrmittel (**14**, **18**) einen im wesentlichen mittigen Auslaß (**18**) mit einer divergierenden Innenwandfläche (**20**) aufweisen, über welche der Brennstoff bei dessen Austritt geleitet wird, und wobei die divergierende innere Wandfläche (**20**) einen ersten divergenten Flächenbereich (**20a**) angrenzend an den mittigen Auslaß (**18**) und sich in einem zweiten divergenten Flächenbereich (**20b**) desselben fortsetzend aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die divergenten Flächenbereiche (**20a**, **20b**) konisch sind, die Sauerstoffauslässe (**22**) relativ zur Längsachse (X) schräggestellt sind und der erste konische Flächenbereich (**20a**) unter einem größeren Winkel als der zweite konische Flächenbereich (**20b**) von der Längsachse (X) divergiert.

2. Brenner (**10**) nach Anspruch 1, wobei der erste konische Flächenbereich (**20a**) unter einem Winkel β von zwischen 15 und 30 Grad zum zweiten konischen Flächenbereich (**20b**) verläuft.

3. Brenner (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste konische Flächenbereich (**20a**) unter einem Winkel β von zwischen 20 und 25 Grad zum zweiten konischen Flächenbereich (**20b**) verläuft.

4. Brenner (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der zweite konische Flächenbereich (**20b**) unter einem Winkel \emptyset von zwischen 30 und 40 Grad relativ zur Längsachse (X) divergiert.

5. Brenner (10) nach Anspruch 4, wobei der Winkel \varnothing zwischen 30 und 35 Grad beträgt.

6. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sauerstoffzufuhrauslässe (22) radial einwärts unter einem Winkel α von zwischen 5 und 10 Grad relativ zur Längsachse (X) abgewinkelt sind.

7. Brenner (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sauerstoffzufuhrauslässe (22) unter einem Winkel Θ von zwischen 20 und 30 Grad relativ zur Längsachse (X) schräggestellt sind.

8. Brenner (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Brennstoff- und Sauerstoffzufuhrmittel in einem Brennerblock (16) innerhalb der Brennkammer endigen und dieser Brennerblock (16) längs der Längsachse (X) axial verschiebbar ist, um dadurch die Axialposition der Brennstoff- und Sauerstoffauslässe (18, 22) innerhalb der Brennkammer zu verändern.

9. Brenner (10) nach Anspruch 8, wobei der mittige Brennstoffauslaß (18) und der erste divergente konische Flächenbereich (20a) Teil eines einheitlichen Elements (52a) bilden, das lösbar am Brennerblock (16) montierbar ist.

10. Brenner (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter mit Mitteln (40) zum Austragen von Luft aus dem Auslassende (126) in Richtung des Austritts der Brennflamme.

11. Brenner (10) nach Anspruch 10, wobei die Luftaustragsmittel (50) eine Mehrzahl von Luftauslässen (50) umfassen, die umfangsmäßig um die Sauerstoffauslässe (22) beabstandet sind.

12. Brenner nach Anspruch 11, wobei die Luftauslässe (50) radial einwärts relativ zur Längsachse (X) abgewinkelt sind.

13. Brenner (10) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Luftauslässe (50) relativ zur Längsachse (X) schräggestellt sind.

14. Brenner (10) nach Anspruch 13, wobei die Luftauslässe (50) um die Längsachse (X) in gleicher Richtung wie die Sauerstoffauslässe (22) schräggestellt sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen





