

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 807 787 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**28.05.2003 Patentblatt 2003/22**

(51) Int Cl. 7: **F23D 17/00, F23C 7/00**

(21) Anmeldenummer: **97810221.8**

(22) Anmeldetag: **14.04.1997**

(54) **Brenner**

Burner

Brûleur

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT NL SE**

(30) Priorität: **17.05.1996 DE 19619873**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.11.1997 Patentblatt 1997/47**

(73) Patentinhaber: **ALSTOM (Switzerland) Ltd  
5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:

- **Döbbeling, Klaus, Dr.  
5200 Windisch (CH)**
- **Knöpfel, Hans Peter  
5627 Besenbüren (CH)**
- **Winkler, Dieter  
79787 Lauchringen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 641 971  
US-A- 5 340 306**

**WO-A-95/23316**

EP 0 807 787 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

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Verbrennungstechnik. Sie betrifft einen Brenner der Doppelkegelbauart, bei welchem dem Verbrennungsluftstrom vor seiner Einströmung in den Brennerinnenraum gasförmiger Brennstoff zugeführt wird.

### Stand der Technik

**[0002]** Aus EP 0 321 809 B1 ist der prinzipielle Aufbau eines Brenners der Doppelkegelbauart bekannt, auf den sich die Erfindung bezieht. Dieser Brenner besteht im wesentlichen aus hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern, mit tangentialen Lufteintrittsschlitzten und Zuführungen für gasförmige und flüssige Brennstoffe, bei dem die Mittelachsen der hohlen Teilkegelkörper eine in Strömungsrichtung sich erweiternde Kegelneigung aufweisen und in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen. Im von den Teilkegelkörpern gebildeten kegelförmigen Innenraum ist am Brennerkopf eine Brennstoffdüse plaziert. Der gasförmige Brennstoff wird dem Verbrennungsluftstrom vorgängig seiner Einströmung in den Brennerinnenraum über entlang der Eintrittsschlitzte angeordneten Gasinjektoren zugeführt. Die Bildung des Brennstoff/Luft-Gemisches geschieht somit direkt am Ende der tangentialen Lufteintrittsschlitzte. Die Lufteintrittsebene und die Gaseintrittsebene (Belochungsebene) fallen somit bei diesem bekannten Stand der Technik zusammen.

**[0003]** Die Zunahme des Dralles entlang der Kegelachse, verbunden mit der plötzlichen Querschnittsweiterung am Brenneraustritt, führt dazu, dass sich stromab des Brenneraustrettes auf der Brennerachse eine Rückströmzone bildet, die die Flamme stabilisiert. Erst im Staupunkt der Rückströmzone wird die Zündung der Flamme eingeleitet.

**[0004]** Die letzten Gasinjektoren entlang der Lufteintrittsschlitzte liegen bei diesem bekannten Stand der Technik sehr nahe am Brenneraustritt und somit auch in der Nähe der Flamme. Die Länge der Vormischstrecke ist somit an diesen Stellen sehr kurz, so dass sich der Brennstoff, der aus diesen stromabwärts gelegenen letzten Düsen eingedüst wird, nur schlecht mit der Luft vermischen kann. Durch die schlechte Vormischung des Brennstoffes mit Luft entstehen örtlich Gebiete mit einem fetten Brennstoff/Luft-Gemisch, welches zu höheren Flammtemperaturen und damit auch zu höheren NOx-Werten führt. Außerdem wird die zusätzliche Belastung für die Brennfront in diesen Regionen so hoch, dass es zu Überhitzungen kommt und das Material dort durch eine teure Zirkonbeschichtung geschützt werden muss.

**[0005]** Will man die Vormischstrecke entlang der Brennerachse verlängern, um die NOx-Emissionen zu reduzieren, so ist dazu ein kompliziertes Übergangs-

stück zwischen dem Brenner und dem nachfolgenden Teil, beispielsweise einem vor der Brennkammer angeordneten Rohr, notwendig. Durch das Strömungsfeld, das der Brenner stromab erzeugt, ergeben sich in dem nachgeschalteten Teil entweder am Rand oder im Zentrum Probleme mit der axialen Geschwindigkeit. Das führt zu Rückzündungen, so dass der Brenner auf diese Weise nicht betrieben werden kann.

**[0006]** Ein Brennen, der dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entspricht ist aus der EP 0 641 971 A2 bekannt

### Darstellung der Erfindung

**[0007]** Die Erfindung versucht, alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen Brenner der Doppelkegelbauart zu schaffen, welcher einfach aufgebaut und damit preiswert zu fertigen ist und bei welchem eine verbesserte Vormischung des gasförmigen Brennstoffes aus den stromabwärts gelegenen letzten Gasinjektionsdüsen mit der Verbrennungsluft stattfindet, so dass gegenüber dem bekannten Stand der Technik die NOx-Emissionen reduziert werden und die Brennerfront thermisch geringer beansprucht wird, so dass auf teure Spezialbeschichtungen der Brennerfront verzichtet werden kann.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass sich bei einem Brenner gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 der Überlappungswinkel in Strömungsrichtung des Brenners zunimmt und gleichzeitig mit Zunahme des Überlappungswinkels der Abstand der Brennstoffinjektoren von der Lufteintrittsebene in den Brenner zunimmt. Die Brennstoffinjektionsebene und die Lufteintrittsebene fallen somit nicht mehr zusammen, sondern die Brennstoffinjektionsebene verändert sich entlang des Brenners in der Position zur Lufteintrittsebene.

**[0009]** Die Vorteile der Erfindung bestehen unter anderem darin, dass im Bereich der stromab gelegenen Brennstoffinjektoren auf Grund der vergrößerten Vormischstrecke die Vormischung des gasförmigen Brennstoffes mit der Verbrennungsluft verbessert wird, so dass die NOx-Emissionen und die thermische Belastung der Brennerfront verringert werden. Der Brenner zeichnet sich durch eine stabilere Flammenposition und geringere Pulsationen aus.

**[0010]** Es ist besonders zweckmäßig, wenn der Überlappungswinkel in der Kegelspitze  $0^\circ$  beträgt und stetig bis zur Brennerfront zunimmt, wobei der maximale Überlappungswinkel  $90^\circ$  beträgt.

**[0011]** Wenn in der Kegelspitze keine Überlappung der Teilkegelkörper vorgesehen ist, dann kann weiterhin wie beim bekannten Stand der Technik eine hohe Axialgeschwindigkeit innerhalb des Brenners auf der Symmetrieachse erreicht werden.

### Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0012] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines Brenners, welcher aus zwei Teilkegelkörpern aufgebaut ist, dargestellt.

[0013] Es zeigen:

- Fig. 1 einen Doppelkegelbrenner in perspektivischer Darstellung;
- Fig. 2 einen schematischen Querschnitt des Brenners gemäss Fig. 1 entlang der Ebene II-II;
- Fig. 3 einen schematischen Querschnitt des Brenners gemäss Fig. 1 entlang der Ebene III-III;
- Fig. 4 einen schematischen Querschnitt des Brenners gemäss Fig. 1 entlang der Ebene IV-IV.

[0014] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Die Strömungsrichtungen der verschiedenen Medien sind mit Pfeilen bezeichnet.

### Weg zur Ausführung der Erfindung

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der Fig. 1 bis 4 näher erläutert.

[0016] Fig. 1 zeigt in perspektivischer Darstellung den erfindungsgemäßen Brenner. Zum besseren Verständnis ist es vorteilhaft, wenn gleichzeitig zu Fig. 1 die Schnitte in den Fig. 2 bis 4 herangezogen werden.

[0017] Der Brenner gemäss Fig. 1 besteht aus zwei hohlen Teilkegelkörpern 1, 2, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachsen 3, 4 der Teilkegelkörper 1, 2 zueinander schafft auf beiden Seiten in spiegelbildlicher Anordnung jeweils einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 5, 6, durch welche die Verbrennungsluft 7 in den Innenraum 8 des Brenners gelangt. Die beiden Teilkegelkörper 1, 2 haben jeweils einen zylindrischen Anfangsteil 9, 10, die ebenfalls versetzt zueinander verlaufen, so dass auch in diesem Bereich die tangentiale Lufteintrittsschlitz 5, 6 vorhanden sind. In diesem zylindrischen Anfangsteil 9, 10 ist eine Düse 11 zur Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes 12 untergebracht. Der Brenner kann auch ohne die zylindrischen Anfangsteile 9, 10 ausgeführt sein, so dass er rein kegelfig ausgebildet ist. Dann ist die Brennstoffdüse 11 direkt in der Kegelspitze untergebracht. Die beiden Teilkegelkörper 1, 2 weisen je eine Brennstoffleitung 13, 14 auf, die mit Öffnungen 15 versehen sind, welche Brennstoffinjektoren darstellen. Durch die Brennstoffinjektoren 15 wird gasförmiger Brennstoff 16 der durch die tangentialen Lufteintrittsschlitz 5, 6 strömenden Verbrennungsluft 7 zugemischt.

[0018] Brennraumseitig 17 weist der Brenner eine als Verankerung für die Teilkegelkörper 1, 2 dienende Frontplatte 18 mit einer Anzahl Bohrungen 19 auf, durch welche nötigenfalls Verdünnungs- bzw. Kühlluft 20 dem

vorderen Teil des Brennraumes 17 bzw. dessen Wand zugeführt werden kann.

[0019] Wird zum Betrieb des Brenners flüssiger Brennstoff 12 verwendet, so strömt dieser durch die Düse 11 und wird in einem spitzen Winkel in den Brennraum 17 eingedüst, wobei sich ein homogener Brennstoffspray 23 wird von einem tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom 7 umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Flüssigbrennstoffes 12 fortlaufend durch die eingemischte Verbrennungsluft 7 verringert. Die optimale Brennstoffkonzentration über den Querschnitt wird erst im Bereich des Wirbelaufplatzens, d.h. im Bereich der Rückströmzone 24 erreicht. Die Zündung erfolgt an der Spitze der Rückströmzone 24. Erst an dieser Stelle entsteht eine stabile Flammenfront 25. Die Flammenstabilisation ergibt sich durch Zunahme der Drallzahl in Strömungsrichtung entlang der Kegelachse. Ein Rückschlagen der Flamme in das Innere des Brenners tritt nunmehr nicht auf.

[0020] Wird gasförmiger Brennstoff 16 verbrannt, so geschieht die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft 7 in den Lufteintrittsschlitz 5, 6. Erfindungsgemäss überlappen sich die beiden Teilkegelkörper 1, 2 teilweise, wobei der Überlappungswinkel  $\delta$  in der Kegelspitze  $0^\circ$  beträgt (d.h. dort liegt keine Überlappung vor) und  $\delta$  dann in Strömungsrichtung bis zum Brennerausgang, also bis zur Frontplatte 18, stetig zunimmt. Als maximaler Überlappungswinkel  $\delta$  können  $90^\circ$  angegeben werden.

[0021] Wenn in der Kegelspitze bzw. im zylindrischen Anfangsteil 9, 10 der beiden Teilkegelkörper 1, 2 der Überlappungswinkel  $0^\circ$  beträgt, also die beiden Teilkegelkörper 1, 2 sich in diesem Bereich nicht überlappen, dann hat das den Vorteil, dass dadurch weiterhin eine hohe Axialgeschwindigkeit innerhalb des Brenners auf der Symmetriearchse erreicht wird.

[0022] Durch die überlappten Wände der Teilkegelkörper 1, 2 wird die Luftströmung 7 kanalisiert.

[0023] Im gleichen Masse, wie sich der Überlappungswinkel  $\delta$  ändert, sind die Brennstoffinjektoren 15 weiterstromauf versetzt. Damit fallen die Lufteintrittsebene 21 und die Brennstoffinjektionsebene 22 nicht mehr zusammen. Die Brennstoffinjektionsebene 22 ändert entlang des Doppelkegelbrenners in Richtung Brennerfront ihre Position zur Lufteintrittsebene 21 dermassen, dass immer grössere Vormischstrecken von der jeweiligen Brennstoffeindüsing des gasförmigen Brennstoffes 16 bis zur Lufteintrittsebene 21 erreicht werden.

[0024] Dadurch wird eine homogenere Mischung des gasförmigen Brennstoffes 16 und der Verbrennungsluft 7 erzielt, was zu tieferen Flammentemperaturen und damit zu tieferen NOx-Emissionen führt. Diese tieferen Flammentemperaturen im Bereich des Brenneraustrittes reduzieren auch die thermischen Belastungen für das Material an der Brennerfront und machen eine sonst notwendige Zirkonbeschichtung des Materials hinfällig.

**[0025]** Ausserdem hat die Flamme im Vergleich zum bisher bekannten Stand der Technik, bei dem sich die Teilkegelkörper 1, 2 nicht überlappen und die Brennstoffinjektionsebene 22 der Lufteintrittsebene 21 entspricht, eine stabilere Position. Zusätzlich ergibt sich als Vorteil, dass der erfindungsgemäße Brenner auch weniger zu Pulsationen neigt. Er ist konstruktiv recht einfach gestaltet (z.B. ohne komplizierte Übergangsstücke zur Verlängerung der Vormischstrecke) und daher kostengünstig zu fertigen.

**[0026]** Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das eben beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Die erfindungsgemäße Lösung kann ebenso auch für Brenner verwendet werden, die aus mehr als zwei Teilkegelkörpern bestehen, z.B. für sogenannte Vierschlitzbrenner.

#### Bezugszeichenliste

##### [0027]

- |    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| 1  | Teilkegelkörper                      |
| 2  | Teilkegelkörper                      |
| 3  | Mittelachse von Pos. 1               |
| 4  | Mittelachse von Pos. 2               |
| 5  | tangentialer Lufteintrittsschlitz    |
| 6  | tangentialer Lufteintrittsschlitz    |
| 7  | Verbrennungsluft                     |
| 8  | Brennerinnenraum                     |
| 9  | zylindrischer Anfangsteil von Pos. 1 |
| 10 | zylindrischer Anfangsteil von Pos. 2 |
| 11 | Brennstoffdüse                       |
| 12 | flüssiger Brennstoff                 |
| 13 | Brennstoffleitung für Pos. 16        |
| 14 | Brennstoffleitung für Pos. 16        |
| 15 | Brennstoffinjektor für Pos. 16       |
| 16 | gasförmiger Brennstoff               |
| 17 | Brennraum                            |
| 18 | Frontplatte                          |
| 19 | Bohrung                              |
| 20 | Verdünnungs- bzw. Kühlluft           |
| 21 | Lufteintrittsebene                   |
| 22 | Brennstoffinjektionsebene            |
| 23 | Flüssigbrennstoffprofil              |
| 24 | Rückströmzone                        |
| 25 | Flammenfront                         |
| δ  | Überlappungswinkel                   |

#### Patentansprüche

1. Brenner zum Verbrennen von flüssigen (12) und gasförmigen Brennstoffen (16), bestehend aus mindestens zwei hohlen, sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern (1, 2), mit tangentialen Lufteintrittsschlitzten (5, 6), welche mindestens eine Lufteintrittsebene (21) in den Brenner bestimmen, und mit Zuführungen (13, 14) für gasförmige (16)

und flüssige Brennstoffe (12), bei welchem die Mittelachsen (3, 4) der hohlen Teilkegelkörper (1, 2) eine in Strömungsrichtung sich erweiternde Kegelneigung aufweisen und in Längsrichtung zueinander versetzt verlaufen, wobei im von den Teilkegelkörpern (1, 2) gebildeten kegelförmigen Innenraum (8) am Brennerkopf eine Brennstoffdüse (11) für den flüssigen Brennstoff (12) plaziert ist und die Zuführungen (13, 14) für den gasförmigen Brennstoff mit Brennstoffinjektoren (15) versehen sind, welche mindestens eine Brennstoffinjektionsebene (22) bestimmen, wobei sich die Teilkegelkörper (1, 2) zumindest teilweise überlappen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überlappungswinkel (δ) in Strömungsrichtung des Brenners zunimmt und gleichzeitig mit Zunahme des Überlappungswinkels (δ) der Abstand der Brennstoffinjektoren (15) von der Lufteintrittsebene (21) in den Brenner zunimmt.

2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überlappungswinkel (δ) in der Kegelspitze 0° beträgt und stromabwärts stetig bis zur Brennerfront (18) zunimmt, wobei der maximale Überlappungswinkel (δ) 90° beträgt.

#### Claims

30. 1. Burner for burning liquid (12) and gaseous fuels (16), comprising at least two hollow sectional cone bodies (1, 2) complementing one another to form one body, having tangential air-inlet slots (5, 6) which define at least one air-inlet plane (21) into the burner, and having feeds (13, 14) for gaseous (16) and liquid fuels (12), in which burner the centre axes (3, 4) of the hollow sectional cone bodies (1, 2) have a conicity widening in the direction of flow and run offset from one another in the longitudinal direction, a fuel nozzle (11) for the liquid fuel (12) being placed at the burner head in the conical inner space (8) formed by the sectional cone bodies (1, 2), and the feeds (13, 14) for the gaseous fuel being provided with fuel injectors (15) which define at least one fuel-injection plane (22), the sectional cone bodies (1, 2) overlapping at least partly, **characterized in that** the overlap angle (δ) increases in the direction of flow of the burner, and the distance between the fuel injectors (15) and the air-inlet plane (21) into the burner increases simultaneously with the increases in the overlap angle (δ).
35. 2. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the overlap angle (δ) at the cone point is 0° and increases continuously downstream up to the burner front (18), the maximum overlap angle (δ) being 90°.
40. 3. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the overlap angle (δ) at the cone point is 0° and increases continuously downstream up to the burner front (18), the maximum overlap angle (δ) being 90°.
45. 4. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the overlap angle (δ) at the cone point is 0° and increases continuously downstream up to the burner front (18), the maximum overlap angle (δ) being 90°.
50. 5. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the overlap angle (δ) at the cone point is 0° and increases continuously downstream up to the burner front (18), the maximum overlap angle (δ) being 90°.

## Revendications

- Brûleur pour brûler des combustibles liquides (12) et gazeux (16), se composant essentiellement d'au moins deux corps partiels coniques creux (1, 2), se complétant en un corps, avec des fentes d'entrée d'air tangentialles (5, 6), qui déterminent au moins un plan d'entrée de l'air (21) dans le brûleur, et avec des entrées (13, 14) pour des combustibles gazeux (16) et liquides (12), dans lequel les axes centraux (3, 4) des corps partiels coniques creux (1, 2) présentent une conicité s'élargissant dans le sens de l'écoulement et sont décalés l'un par rapport à l'autre dans le sens longitudinal, dans lequel un injecteur de combustible (11) pour le combustible liquide (12) est placé à la tête du brûleur dans l'espace intérieur conique (8) formé par les corps partiels coniques (1, 2) et les entrées (13, 14) pour le combustible gazeux sont pourvues d'injecteurs de combustible (15), qui déterminent au moins un plan d'injection du combustible (22), dans lequel les corps partiels coniques (1, 2) se recouvrent au moins en partie, **caractérisé en ce que** l'angle de recouvrement ( $\delta$ ) augmente dans le sens de l'écoulement du brûleur et qu'en même temps que l'augmentation de l'angle de recouvrement ( $\delta$ ), la distance des injecteurs de combustible (15) au plan d'entrée de l'air (21) dans le brûleur augmente.
- Brûleur suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'angle de recouvrement ( $\delta$ ) vaut  $0^\circ$  au sommet du cône et augmente vers l'aval de façon constante jusqu'au front du brûleur (18), l'angle de recouvrement ( $\delta$ ) maximal valant  $90^\circ$ .

35

40

45

50

55

FIG. 1



