

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 520 163 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.04.1996 Patentblatt 1996/16

(51) Int Cl.⁶: **F23C 7/00**, F23M 9/00,
F23D 14/70

(21) Anmeldenummer: **92107547.9**

(22) Anmeldetag: **05.05.1992**

(54) **Vorrichtung zum Verbrennen brennbarer Stoffe**

Combustion device for combustible materials

Dispositif pour la combustion des matières combustibles

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB NL

(30) Priorität: **26.06.1991 DE 4121067**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.1992 Patentblatt 1992/53

(73) Patentinhaber: **BDAG Balcke-Dürr
Aktiengesellschaft
D-40882 Ratingen (DE)**

(72) Erfinder: **Ruscheweyh, Hans, Prof. Dr.-Ing.
W-5100 Aachen (DE)**

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring
Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
D-40547 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A- 2 155 345 DE-A- 3 423 243
GB-A- 100 896**

EP 0 520 163 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 Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verbrennen brennbarer Stoffe mit einer Brennstoffdüse und mindestens einem Luftzufuhrkanal zur separaten Zufuhr von Verbrennungsluft.

Bei der Verbrennung brennbarer Stoffe hängt die Qualität der Verbrennung im wesentlichen von der rechtzeitigen und vollständigen Mischung des Stoffes mit der Verbrennungsluft ab. Eine unvollständige Verbrennung tritt immer dann auf, wenn eine zu späte und zu geringe Zufuhr von Sauerstoff in den sich ausbildenden Flammenkern erfolgt. Die Folge einer unvollständigen Verbrennung sind Rückstände des zu verbrennenden Stoffes im Rauchgas.

Sofern die Verbrennung eines Stoffes zum Zwecke der Energieerzeugung erfolgt, verringert die unvollständige Verbrennung den Gesamtwirkungsgrad. Wird dagegen die Verbrennung der Stoffe zur Entsorgung von chemischen Stoffen verwendet, ergibt sich zusätzlich zur Wirkungsgradverschlechterung die Gefahr einer Umweltbelastung.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Vorrichtung zum Verbrennen brennbarer Stoffe, insbesondere zur Entsorgung von chemischen Stoffen durch Verbrennung zu schaffen, bei welcher der Brennstoff einer Brennstoffdüse und die Verbrennungsluft separat über mindestens einen Luftzufuhrkanal zugeführt wird und die auch bei schwierigen und sich verändernden Randbedingungen eine vollständige Verbrennung sicherstellen soll.

Die **Lösung** dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß im Austrittsbereich der Brennstoffdüse und des Luftzufuhrkanals mindestens eine ein Vorderkantenwirbelsystem in der Verbrennungsluft und/oder im Brennstoffstrahl erzeugende Wirbeleinbaufäche angeordnet ist.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung mindestens einer Wirbeleinbaufäche ergibt sich ein Vorderkantenwirbelsystem, das durch eine gezielte, intensive und zeitlich frühe Zusammenführung von Brennstoff und Verbrennungsluft eine vollständige Verbrennung innerhalb des sich ausbildenden Flammenkerns erzeugt, so daß eine unvollständige Verbrennung mit der Folge von Brennstoffrückständen im Rauchgas unter allen Umständen vermieden wird.

Aus DE-A-2 155 345 und "Verbrennung und Feuerung" R.Günther, Springer-Verlag, 1974, Seiten 179-180 sind zwar Vorrichtung nach dem Gattungsbegriff bekannt; das dort als Flammenhalter dienende Flächenelement erzeugt jedoch kein Vorderkantenwirbelsystem, sondern mit seiner gesamten umlaufenden Kante einen Strömungsnachlauf, der eine Rückströmzone bildet, die nur an ihrer äußeren Grenzfläche eine turbulente Mischung zur Folge hat. Diese auch als Totwassergebiet bezeichnete Zone verharrt ortsfest hinter dem Flächenelement und verursacht somit keine signifikante Mischung von Brennstoff und Verbrennungsluft

Die erfindungsgemäße Wirbeleinbaufäche kann entweder im Strömungsquerschnitt der Verbrennungsluft oder des Brennstoffes angeordnet sein; sie kann innerhalb des Kanalquerschnittes für die Verbrennungsluft bzw. für den Brennstoff oder in Strömungsrichtung von Verbrennungsluft bzw. Brennstoff hinter dem Kanal angeordnet werden. Sofern die Anordnung der Wirbeleinbaufäche hinter dem eigentlichen Kanal erfolgt, kann eine Lage bzw. Ausbildung der Wirbeleinbaufäche im Strömungsquerschnitt sowohl der Verbrennungsluft als auch des Brennstoffes gewählt werden.

Die Wirbeleinbaufäche zur Erzeugung des Vorderkantenwirbelsystems kann mit geraden oder gebogenen Vorderkanten ausgebildet sein, beispielsweise in der Form eines Deltas oder Rhombus oder einer Kreis- oder Ovalscheibe. Weiterhin ist es erfindungsgemäß möglich, mehrere derartige Wirbeleinbaufächen über den kreis- bzw. ringförmigen Strömungsquerschnitt des Brennstoffes und/oder der Verbrennungsluft verteilt anzuordnen.

In jedem dieser Fälle erzeugt die Wirbeleinbaufäche ein stationäres, dreidimensionales Vorderkantenwirbelsystem, das für eine sehr schnelle und intensive Mischung von Brennstoff und Verbrennungsluft sorgt und damit Ursache für eine vollständige Verbrennung des Brennstoffes ist. Die jeweilige Gestaltung und Anordnung der Wirbeleinbaufäche bzw. Wirbeleinbaufächen kann hierbei auf den Einzelfall abgestimmt werden.

Auf der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Verbrennungsvorrichtung schematisch dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel anhand einer schematischen Seitenansicht sowie einer Vorderansicht bei Verwendung einer im Strömungsquerschnitt sowohl der Verbrennungsluft als auch des Brennstoffes angeordneten Wirbeleinbaufäche,

Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung einer zweiten Ausführungsform mit insgesamt vier im Strömungsquerschnitt hinter dem Luftzufuhrkanal angeordneten Wirbeleinbaufächen,

Fig. 3 eine weitere Darstellung entsprechend den Fig. 1 und 2 einer dritten Ausführungsform mit einer im Strömungsquerschnitt hinter der Brennstoffdüse angeordneten Wirbeleinbaufäche,

Fig. 4 eine den Fig. 1 bis 3 entsprechende Darstellung einer vierten Ausführungsform, bei der eine Wirbeleinbaufäche im Austrittsbereich der Brennstoffdüse und insgesamt sechs Wirbeleinbaufächen im Austrittsquerschnitt des Luftzufuhrkanals angeordnet sind,

Fig. 5 eine Draufsicht auf eine erste Ausführungs-

form einer Wirbeleinbaufläche,

- Fig. 6 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform einer derartigen Wirbeleinbaufläche,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf eine ovale Wirbeleinbaufläche und
- Fig. 8 eine Draufsicht auf eine kreisförmige Wirbeleinbaufläche.

Die vier Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 1 bis 4 zeigen schematisch jeweils eine Brennstoffdüse 1, die bei allen Ausführungsbeispielen zentrisch in einem Luftzufuhrkanal 2 angeordnet ist. Der aus der Brennstoffdüse 1 austretende brennbare Stoff soll unter Zufuhr der aus dem Luftzufuhrkanal 2 austretenden Verbrennungsluft verbrannt werden, wobei es auch denkbar ist, daß bereits dem der Brennstoffdüse 1 zugeführten brennbaren Stoff Primärluft zugegeben worden ist.

Um eine vollständige und rückstandsfreie Verbrennung zu erzielen, ist beim ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 eine deltaförmige Wirbeleinbaufläche 3 angeordnet, die schräg zur Strömungsrichtung des Brennstoffes und der Verbrennungsluft ausgerichtet ist und derart große Abmessungen aufweist, daß sie gemäß der Stirnansicht in Fig. 1 sowohl im Strömungsquerschnitt des Brennstoffes als auch der Verbrennungsluft liegt. Die beiden spitzwinklig zueinander verlaufenden Vorderkanten dieser Wirbeleinbaufläche 3 erzeugen ein stationäres Vorderkantenwirbelsystem, das innerhalb einer sehr kurzen Mischstrecke zu einer sehr intensiven Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft führt. Dem Kern der in Fig. 1 eingezeichneten Flamme wird auf diese Weise rechtzeitig ausreichend viel Verbrennungsluft zugeführt, so daß sich eine rückstandsfreie Verbrennung ergibt.

Beim zweiten Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 sind insgesamt vier dreieckförmige Wirbeleinbauflächen 4 hinter der ringförmigen Mündung des Luftzufuhrkanals 2 angeordnet. Diese gleichmäßig über den Umfang des Luftzufuhrkanals 2 verteilten Wirbeleinbauflächen 4 erzeugen gemäß der Darstellung im rechten Teil der Fig. 2 ebenfalls Vorderkantenwirbelsysteme, welche die aus dem Luftzufuhrkanal 2 austretende Verbrennungsluft auf kurzer Mischstrecke der Strömung des aus der Brennstoffdüse 1 austretenden brennbaren Stoffes zumischen, so daß auch in diesem Fall eine vollständige Verbrennung erzielt wird.

Das dritte Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 zeigt eine von den voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen abweichende Anordnung einer ebenfalls dreieckförmigen Wirbeleinbaufläche 5. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist diese Wirbeleinbaufläche 5 in der Mündung des Luftzufuhrkanals 2, jedoch im Strömungsquerschnitt ausschließlich des aus der Brennstoffdüse 1 austretenden Brennstoffes angeordnet. Auch hierdurch ergibt sich eine intensive Vermi-

schung von Brennstoff und Verbrennungsluft aufgrund eines stationären Vorderkantenwirbelsystems, das primär in der Strömung des Brennstoffes erzeugt wird, durch die stationären Wirbel jedoch eine intensive Zumischung der den Brennstoff umgebenden Verbrennungsluft bewirkt, so daß auch bei diesem Ausführungsbeispiel innerhalb einer sehr kurzen Mischstrecke eine derart ausreichende Zumischung von Verbrennungsluft zum Brennstoff erfolgt, daß sich eine vollständige Verbrennung des brennbaren Stoffes ergibt.

Beim vierten Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der Wirbeleinbauflächen 6 und 7 sowohl innerhalb der Mündung der Brennstoffdüse 1 als auch des Luftzufuhrkanals 2 angeordnet sind. Beim Ausführungsbeispiel befindet sich im Austrittsbereich der Brennstoffdüse 1 eine ovale Wirbeleinbaufläche 6, während im ringförmigen Mündungsbereich des Luftzufuhrkanals 2 insgesamt sechs dreieckförmige Wirbeleinbauflächen 7 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Bei dieser Ausführungsform werden sowohl in dem aus der Brennstoffdüse 1 austretenden Brennstoff als auch in der aus dem Luftzufuhrkanal 2 austretenden Verbrennungsluft Vorderkantenwirbelsysteme mit stationären Wirbeln erzeugt, die insgesamt durch ihr Zusammentreffen innerhalb einer sehr kurzen Mischstrecke eine vollständige Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft bewirken, so daß auch bei dieser Ausführungsform eine vollständige Verbrennung des brennbaren Stoffes erreicht wird.

Die Fig. 5 bis 8 zeigen bevorzugte Ausführungsformen der Wirbeleinbauflächen. Die Fig. 5 zeigt eine bereits in den Fig. 1 bis 4 dargestellte deltaförmige bzw. dreieckförmige Wirbeleinbaufläche 3, wogegen die Wirbeleinbaufläche 8 als Rhombus ausgeführt ist. Die Wirbeleinbaufläche 6 nach Fig. 7 ist - wie bereits in Fig. 4 gezeichnet - oval ausgeführt; die Fig. 8 zeigt eine kreisförmige Wirbeleinbaufläche 9. Allen diesen Ausführungsformen ist gemeinsam, daß sie, wenn sie unter einem spitzen Winkel zur Strömungsrichtung angestellt werden, mit ihren zuerst angeströmten Vorderkanten ein Wirbelsystem erzeugen, das aus stationären Wirbeln besteht und hierdurch auf sehr kurzer Mischstrecke eine intensive und dennoch verlustarme Vermischung zur Folge hat.

Bezugszeichenliste:

- 1 Brennstoffdüse
- 2 Luftzufuhrkanal
- 3 deltaförmige Wirbeleinbaufläche
- 4 dreieckförmige Wirbeleinbaufläche
- 5 dreieckförmige Wirbeleinbaufläche
- 6 ovale Wirbeleinbaufläche
- 7 dreieckförmige Wirbeleinbaufläche
- 8 rhombusförmige Wirbeleinbaufläche
- 9 kreisförmige Wirbeleinbaufläche

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verbrennen brennbarer Stoffe mit einer Brennstoffdüse (1) und mindestens einem Luftzufuhrkanal (2) zur separaten Zufuhr von Verbrennungsluft mit mindestens einem im Austrittsbe-
5
reich der Brennstoffdüse (1) und des Luftzufuhrkanals (2) angeordneten Flächenelement, dadurch gekennzeichnet, daß das Flächenelement als eine mit ihren unter einem spitzen Winkel zueinander und zur Strömungsrichtung verlaufenden Vorderkanten ein Vorderkantenwirbelsystem in der Verbrennungsluft und/ oder im Brennstoffstrahl erzeugende Wirbeleinbaufäche (3, 4, 5, 6, 7) ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbeleinbaufäche (4) im Strömungsquerschnitt der Verbrennungsluft angeordnet ist.
10
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbeleinbaufäche (5) im Strömungsquerschnitt des Brennstoffes angeordnet ist.
15
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbeleinbaufäche (6,7) innerhalb des Kanalquerschnittes für die Verbrennungsluft bzw. für den Brennstoff angeordnet ist.
20
5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbeleinbaufäche (3,4,5) hinter dem Kanal für die Verbrennungsluft bzw. den Brennstoff angeordnet ist.
25
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbeleinbaufäche (3) hinter den Kanälen für die Verbrennungsluft und den Brennstoff im Strömungsquerschnitt sowohl der Verbrennungsluft als auch des Brennstoffes angeordnet ist.
30
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbeleinbaufäche (3,8,6,9) mit geraden oder gebogenen Vorderkanten ausgebildet ist.
35
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wirbeleinbaufächen (4,6,7) über den kreis- bzw. ringförmigen Strömungsquerschnitt des Brennstoffes und/oder der Verbrennungsluft verteilt angeordnet sind.
40
45
50

Claims

1. Device for burning combustible substances with a fuel nozzle (1) and at least one air feed duct (2) for the separate supply of combustion air, with at least one surface element arranged in the outlet region of
55

the fuel nozzle (1) and of the air feed duct (2), characterized in that the surface element is designed as an installed vortex surface (3, 4, 5, 6, 7) which, with its front edges, which run at an acute angle to one another and to the direction of flow, generates a front-edge vortex system in the combustion air and/or in the fuel jet.

2. Device according to Claim 1, characterized in that the installed vortex surface (4) is arranged in the cross-section of flow of the combustion air.
3. Device according to Claim 1, characterized in that the installed vortex surface (5) is arranged in the cross-section of flow of the fuel.
15
4. Device according to Claim 2 or 3, characterized in that the installed vortex surface (6,7) is arranged within the duct cross-section for the combustion air and for the fuel respectively.
20
5. Device according to Claim 2 or 3, characterized in that the installed vortex surface (3,4,5) is arranged downstream of the duct for the combustion air and the fuel respectively.
25
6. Device according to Claim 5, characterized in that the installed vortex surface (3) is arranged downstream of the ducts for the combustion air and the fuel in the cross-section of flow both of the combustion air and of the fuel.
30
7. Device according to one of Claims 1 to 6, characterized in that the installed vortex surface (3,8,6,9) is designed with straight or curved front edges.
35
8. Device according to one of Claims 1 to 7, characterized in that a plurality of installed vortex surfaces (4,6,7) are distributed over the circular or annular cross-section of flow of the fuel and/or the combustion air.
40
45

Revendications

1. Dispositif pour la combustion de matières inflammables, comprenant une buse de combustible (1) et au moins un conduit d'alimentation en air (2) pour l'alimentation séparée en air de combustion, et comprenant au moins un élément plan disposé dans la zone de sortie de la buse de combustible (1) et du conduit d'alimentation en air (2), caractérisé en ce que l'élément plan est conçu sous la forme d'une surface encastrée à effet turbulent (3, 4, 5, 6, 7) dont les bords avant s'étendent selon un angle aigu les uns par rapport aux autres et par rapport à la direction d'écoulement et qui génère un système turbulent de bords avant dans l'air de combustion et/ou dans le
55

jet de combustible.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface encastrée à effet turbulent (4) est disposée dans la section d'écoulement de l'air de combustion. 5
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface encastrée à effet turbulent (5) est disposée dans la section d'écoulement du combustible. 10
4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la surface encastrée à effet turbulent (6, 7) est disposée à l'intérieur de la section des conduits destinés respectivement à l'air de combustion et au combustible. 15
5. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la surface encastrée à effet turbulent (3, 4, 5) est disposée en aval des conduits destinés respectivement à l'air de combustion et au combustible. 20
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la surface encastrée à effet turbulent (3) disposée en aval des conduits destinés à l'air de combustion et au combustible se trouve dans la section d'écoulement tant de l'air de combustion que du combustible. 25
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la surface encastrée à effet turbulent (3, 8, 6, 9) possède des bords avant rectilignes ou courbes. 30
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que plusieurs surfaces encastrées à effet turbulent (4, 6, 7) sont réparties sur les sections d'écoulement circulaire et, respectivement, annulaire du combustible et/ou de l'air de combustion. 35
40
45
50
55

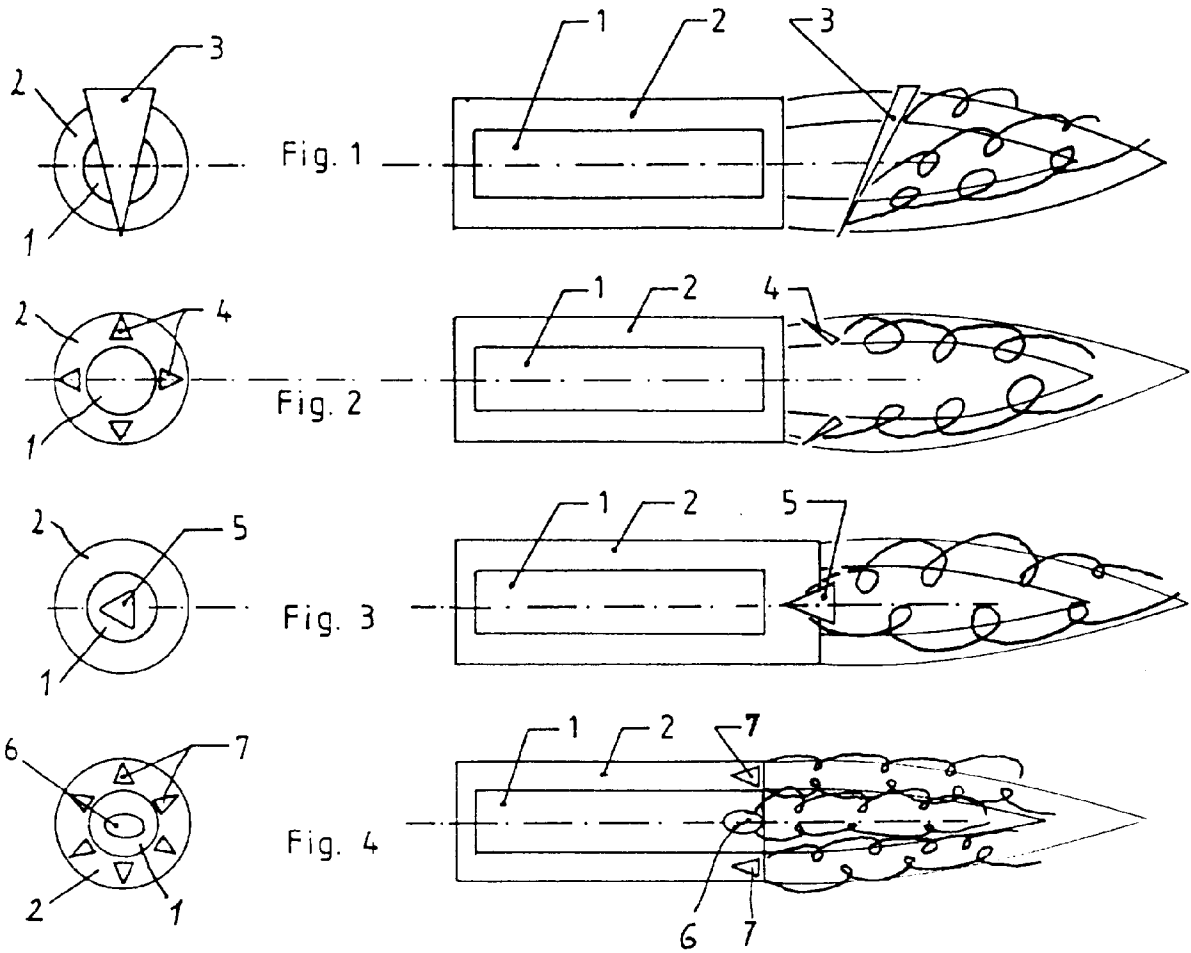


Fig. 5

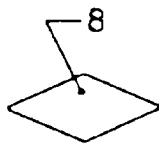


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8