(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 867 658 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.09.1998 Patentblatt 1998/40

(51) Int Cl.[6]: **F23C 9/00**, F23D 11/40

(21) Anmeldenummer: **98810247.1**

(22) Anmeldetag: **23.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **24.03.1997 CH 718/97**

(71) Anmelder: **VTH AG**
Verfahrenstechnik für Heizung
FL-9490 Vaduz (LI)

(72) Erfinder:
- **Füllemann, Jörg**
  7302 Mastrils (CH)
- **Boner, Heinrich**
  7208 Malans (CH)

(74) Vertreter: **Riederer, Conrad A., Dr. et al**
Bahnhofstrasse 10
7310 Bad Ragaz (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Verbrennung von flüssigem Brennstoff

(57) Unabhängig vom Feuerungsraum abgasarm und ruhig brennender Ölbrenner (11) zur Verbrennung von flüssigem Brennstoff mit Abgasrezirkulation, bei welchem Luft durch eine zentrale Luftöffnung (29) in das Flammrohr (15) geblasen und Abgas durch Sogwirkung der Luft durch Rezirkulationsöffnungen (39) so in das Flammrohr (15) rückgeführt wird, dass es die zentrale Luftströmung ummantelt. Der Brennstoff wird in Strömungsrichtung vor der Flammenwurzel in das den Luftstrom ummantelnde Abgas gesprüht, wo er verdampft. Der verdampfte Brennstoff wird erst dann zusammen mit dem Abgas mit der Luft verwirbelt. Es wird dadurch ein sehr gutes Kaltstartverhalten erreicht und es entsteht eine hohle und kühle Flamme, mit der Abgaswerte für NO_x von unter 60 mg/kW und für CO von unter 16 mg/kW erreicht werden. Der Brenner kann ohne Verkokungsgefahr mit Minimalleistungen von 8,5 bis 9 kW, bzw. mit Frequenzpumpe von 6 kW, gefahren werden und eignet sich ausgezeichnet auch für kurze oder kleine Feuerungräume.

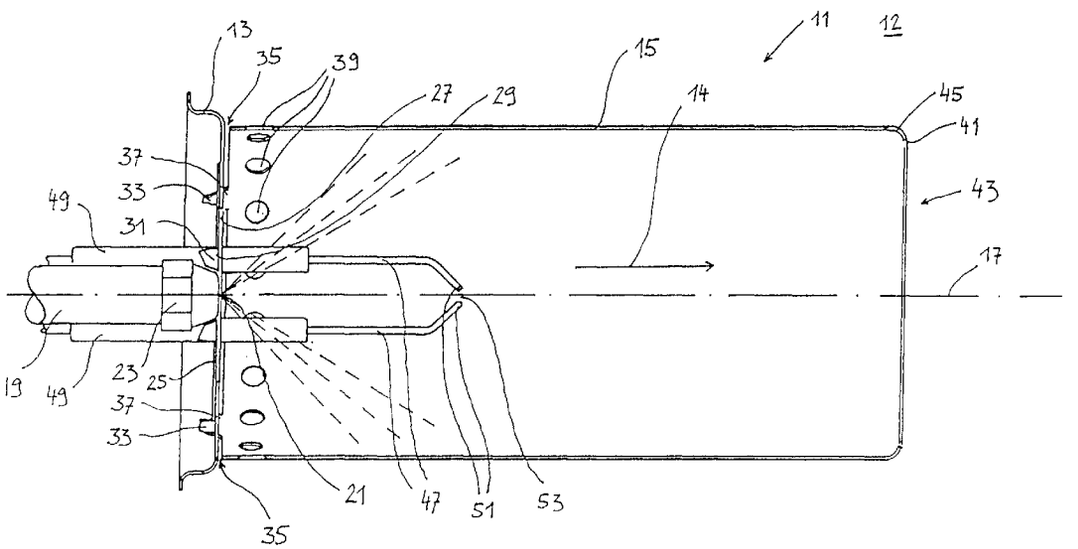


Fig. 1

EP 0 867 658 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbrennung von flüssigem Brennstoff mittels eines Ölbrenners, bei welchem der Brennstoff in ein Flammrohr gesprüht, Luft in das Flammrohr geblasen und Abgas durch Sogwirkung der Luft in das Flammrohr rückgeführt wird.

Die EPA 0 655 580 beschreibt einen Ölbrenner, bei welchem eine Düse in einer kegelartigen Düsenkammer angeordnet ist. Die Düsenkammer weist einen zylindrischen Abschnitt auf, der auf einer Seite von einer Abschlusswand und auf der andern Seite von einem kegelstumpfförmigen Bereich begrenzt wird. Durch die Abschlusswand ragen zwei Zündelektroden. Die Düsenkammer ist mit einer mit radialen Schlitzen versehenen Stauscheibe verbunden, die an der von der Düse abgewandten Seite mit einem Rohr verbunden ist, welches schlitzförmige Durchbrechungen aufweist. Das die Durchbrechungen aufweisende Rohr ist koaxial in einem weiteren Rohr angeordnet. Die beiden Rohre sind über einen konischen Abschnitt miteinander verbunden. Das ganze ist von einem als Mischrohr bezeichneten Mantel umgeben, welcher am Ende einen Flansch aufweist, so dass zwischen dem Flansch und dem Durchbrechungen aufweisenden Rohr ein ringförmiger Spalt gebildet wird. An der Flammseite des Mischrohrs befindet sich ein äusseres Rezirkulationsrohr und ein inneres Flammrohr. Um den Kaltstart zu erleichtern, ist das Rezirkulationsrohr mit einer elektrischen Widerstandsheizung versehen. Wenn Luft aus dem oben erwähnten ringförmigen Spalt strömt, kommt es zu einem Unterdruck, der für die Rezirkulation von Abgasen durch das innere Flammrohr sorgt.

Durch beschriebene Massnahmen entsteht kurz nach der Düse eine Kernflammzone mit gelber Kernflamme, die etwa 10 bis 30% des Brennstoffes unter Luftmangel mit erhöhten Abgaswerten verbrennt. Diese gelbe Kernflamme wird zur Stabilisation der blauen Flamme benötigt. Um die Kernflamme herum und weiter stromabwärts entsteht eine blaue Flamme, die 70 bis 90% des Brennstoffes verbrennt. Da die Düse den Brennstoff in die Kernflamme sprüht, erfolgen Vergasung und Verbrennung sowohl in der Kernflamme als auch in der Hauptflamme.

Der beschriebene Brenner hat den Nachteil einer sehr komplizierten und teuren Konstruktion. Nachteilig ist auch, dass er zum guten Kaltstart eine elektrische Widerstandsheizung benötigt, die ebenfalls einen erheblichen Kostenfaktor bei der Herstellung und im Betrieb des Brenners darstellt. Besonders nachteilig ist die für die stabile Verbrennung benötigte gelbe Kernflamme, die es schwierig macht, die Grenzwerte für Kohlenmonoxid und unverbrannte Kohlenwasserstoffe einzuhalten und zudem wegen der Russbildung die Betriebssicherheit des Brenners beeinträchtigt.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, welche die Verbrennung von flüssigem Brennstoff mit niedrigen Schadstoffemissionen ermöglicht. Weiter soll der Brenner ohne Zuführung von Fremdenergie ein sehr gutes Startverhalten aufweisen und praktisch unabhängig von der Form des Feuerungsraumes ruhig und stabil brennen. Der Brenner soll weiter wartungsfreundlich und günstig in der Herstellung sein. Die wesentlichen Bestandteile des Brenners sollen sich sowohl für die Verbrennung von Gas als auch von Öl eignen. Dadurch soll der Brenner durch kleine Änderungen von Gas auf Öl oder von Öl auf Gas umgestellt werden können.

Erfindungsgemäss wird dies durch ein Verfahren erreicht, bei welchem der Brennstoff vor der Flammenwurzel in das rückgeführte Abgas gesprüht und im Abgas verdampft wird, und das mit verdampftem Brennstoff angereicherte Abgas mit der Luft verwirbelt wird.

Indem der Brennstoff vor der Flammenwurzel in das Abgas gesprüht wird, gelangt er in einer ersten Phase ohne Flammenbildung in eine sauerstoffarme und heisse Umgebung und verdampft sehr rasch und vollständig. Das Gemisch aus Abgas und Brennstoffdampf wird erst in einer zweiten Phase mit der Luft verwirbelt und brennt dann blau bei einer relativ niedrigen Temperatur, bei welcher kaum Stickoxide gebildet werden. Durch die Trennung der Vergasungsphase von der Verbrennungsphase wird der Brennstoff erst in vollständig vergastem Zustand verbrannt, was sich auch positiv auf die übrigen Abgaswerte auswirkt. Mit diesem Verfahren werden Abgaswerte für NO_X von unter 60 mg/kW und für CO von unter 16 mg/kW erreicht. Praktisch sofort nach dem Start sind keine unverbrannten Kohlenwasserstoffe feststellbar.

Vorteilhaft wird die Luft durch eine zentrale Öffnung in einer Stauscheibe in das Flammrohr eingeblasen und das Abgas am stauscheibenseitigen Ende des Flammrohres derart eingelassen, dass es den zentralen Luftstrom ummantelt. Als Alternative dazu ist auch die Umkehrung davon möglich, nämlich dass der Luftstrom den Abgasstrom ummantelt. Dies bringt den Vorteil, dass der Brennstoff zentral im Abgasstrom vernebelt wird und die Flamme expandieren und dadurch kühl brennen kann. Aus konstruktiven Gründen bietet sich jedoch insbesondere ein Verfahren mit zentralem Luftstrom an. Das Flammrohr ist im Betrieb des Brenners in einem Brennraum angeordnet und wird daher von Abgas umgeben. Auf der Aussenseite des Flammrohrs steht somit überall Abgas zur Verfügung und Luft kann sehr einfach in einem zentralen Strahl zugeführt werden.

Der Brennstoff kann über mehrere Düsen direkt in den sauerstoffarmen und heissen Unterdruckbereich gesprüht werden. Da aber eine einzige Düse weniger störungsanfällig und konstruktiv weniger aufwendig ist, wird der Brennstoff vorteilhaft mit einer Düse kegelmantelförmig aus dem Zentrum des Luftstroms aus dem Luftstrom hinaus in den heissen und sauerstoffarmen Abgasmantel gespritzt. Es wird die kinetische Energie der Brennstofftröpfchen dazu genutzt, den zentralen Luftstrom zu durchdringen und an die Peripherie im In-

nenraum des Flammrohrs zu gelangen.

Dazu wird der Brennstoff vorteilhaft in einem Winkel von 30 bis 45 Grad zur Flammrohrachse in Richtung zur inneren Wandung des Flammrohres gesprüht. Die Geschwindigkeit des Luftstromes und die axiale Geschwindigkeitskomponente der Brennstofftröpfchen sind vorteilhaft ähnlich, so dass die kinetische Energie der Brennstofftröpfchen vorwiegend dazu genutzt werden kann, den Luftstrom zu durchqueren. Eine bevorzugte Kegelmantelcharakteristik einer Brennstoffdüse weist 80° auf.

Vorteilhaft wird der Luftstrom in Rotation um die Flammrohrachse versetzt. Dies bewirkt eine stabile Verwirbelung des Luftstroms mit dem Brennstoffdampf/AbgasMantel.

Vorteilhaft wird das an der inneren Wandung des Flammrohres stromabwärts fliessende Brennstoffdampf/AbgasGemisch durch eine Verengung der Flammenaustrittöffnung am Ausströmen aus dem Flammrohr gehindert und mit der Luft verwirbelt. Dadurch wird der Brennstoff/Abgas-Mantel gezwungen, sich mit dem Luftstrom zu vermischen. Durch die Verengung wird auch die Flamme am Flammrohr gehalten.

Die Erfindung betrifft auch einen Ölbrenner mit Abgasrezirkulation, mit einer zentral angeordneten Brennstoffdüse mit Kegelmantelcharakteristik, einer Stauscheibe mit Luftöffnung und in Strömungsrichtung an die Stauscheibe anschliessend einem Flammrohr, welches in Stauscheibennähe Öffnungen zum Einlass von Abgas in ein Unterdruckgebiet in Strömungsrichtung hinter der Stauscheibe aufweist.

Der Brennstoff wird bei der erfindungsgemässen Brenneranordnung entsprechend dem oben ausgeführten Verfahren in einem Mantelbereich im Abgas verdampft, indem die Sprühöffnung der Brennstoffdüse etwa in der Ebene der Unterdruck erzeugenden Stauscheibe liegt und die Stauscheibe lediglich eine Öffnung aufweist, welche einen ringförmigen, konzentrisch um die Brennstoffdüse angeordneten Lufteinlass bildet. Dadurch spritzt die Düse vorzugsweise in einem Winkel von 40 Grad zur Flammrohrachse den Brennstoff durch den Luftstrom in den Mantel aus Abgas. Diese mit Brennstoffdampf angereicherte Mantelschicht wird anschliessend mit dem zentralen Luftstrom verwirbelt. Die Flamme ist dadurch hohl, an der Wurzel mit ringförmigem Querschnitt, und brennt von der Verdampfungszone in der Nähe der Flammrohrwandung gegen das Zentrum mit dem Luftstrom. Während die Verdampfungszone heiss und sauerstoffarm ist, weil sie mit heissem Abgas gespiesen wird und sich in direkter Nachbarschaft zum heissen Flammrohr befindet, ist die Brandzone durch den Luftstrom gekühlt und mit Sauerstoff versetzt. Die Oberfläche der Flamme ist durch ihre Hohlform im Verhältnis zu ihrem Volumen grösser und damit die Flamme besser kühlbar als bei vollen Flammenkörpern und die Verbrennung geschieht in Nachbarschaft zum kühlenden Luftstrom und nicht zum heissen Abgas. Dadurch dass die Vergasungszone durch Abgas und Flammrohrwandung aufgeheizt und die Brandzone durch die Luft gekühlt ist, stellt sich ein kleineres Temperaturgefälle zwischen Flammenwurzel und Flammenspitze ein, d.h. die Flamme hat eine ausgeglichene Temperatur auf niedrigem Niveau.

Besonders vorteilhaft wirkt sich die Vergasung im heissen Abgas und fern der kalten Luftströmung beim Kaltstart aus. Sobald der im Feuerungsraum vorliegende Sauerstoff verbrennt, d.h. sofort nach dem Kaltstart, befindet sich die Vergasungszone im heissen, rezirkulierten Abgas. Der Brennstoff wird beim Kaltstart innert Bruchteilen einer Sekunde bereits vollständig vergast. Nach ca. einer halben Sekunde brennt die Flamme bereits blau.

Auf eine Vorwärmung des Brennstoffs wird bewusst verzichtet. Dies kann dank dem ausgezeichneten Kaltstartverhalten auch problemlos getan werden, was sich nicht nur günstig auf die Fabrikationskosten und den Stromverbrauch auswirkt. Durch den Verzicht auf eine Vorwärmung des Brennstoffes ist die Verkokungsgefahr für die Düse bei kleinen Leistungen gebannt. Der Brenner kann denn auch ohne begleitende Massnahmen bis zu einer Minimal leistung von ca. 8,5 bis 9 kW gedrosselt werden. Mit einer Frequenzpumpe, also einer Pumpe, welche einen pulsierenden Brennstoffstrom erzeugt, lässt sich die Minimalleistung weiter senken bis auf ca. 6 kW.

Der erfindungsgemässe Brenner ermöglicht damit nicht nur eine Verbrennung entsprechend dem oben ausgeführten Verfahren, sondern ist in der Herstellung wesentlich einfacher und damit kostengünstiger, da er aus weniger und einfacher zusammenbaubaren Teilen hergestellt ist. Zudem ist die Wartung völlig unproblematisch. Ferner eignen sich die meisten Teile auch zur Herstellung eines Gasbrenners.

Vorteilhaft ist die Luftöffnung der Stauscheibe mit drallerzeugenden Leitflächen versehen, um die erwünschte Rotation des Luftstromes zu bewirken.

Vorteilhaft ist zwischen Flammrohr und Stauscheibe ein im Wesentlichen umlaufender Rezirkulationsschlitz mit einer Öffnungsweite von wenigstens 0,2 mm zur Selbstreinigung der Stauscheibe angeordnet. Dieser Schlitz bewirkt eine zuverlässige Reinigung der Oberfläche der Stauscheibe, indem rezirkuliertes Abgas an dieser entlangstreicht. Dadurch wird einer Russablagerung an der Stauscheibe vorgebeugt. Der Rezirkulationsschlitz ist je nach dem, ob zusätzliche Rezirkulationsöffnungen vorgesehen sind oder nicht unterschiedlich zu dimensionieren. Um einer Russablagerung an der Stauscheibe vorzubeugen, ist jedoch eine Mindestöffnungsweite von 0,2 mm zweckmässig.

Vorteilhaft ist das Flammrohr mit distanzhaltenden Verbindungsgliedern an der Stauscheibe befestigt. Die Montage des Flammrohrs an der Stauscheibe ist damit sehr einfach. Die Öffnungsweite istt durch die integrierten Distanzhalter vorgegeben. Vorzugsweise sind es deren drei Verbindungsglieder, weil wenigstens drei Befestigungspunkte für eine stabile Verbindung benötigt

werden, eine grössere Anzahl aber keine Vorteile bringt.

Vorteilhaft sind in der Flammrohrwandung in Stauscheibennähe mit Abstand zur Stauscheibe eine Vielzahl von Rezirkulationsöffnungen angeordnet. Diese Rezirkulationsöffnungen können derart ausgebildet sein, dass die eingesogenen Abgase Wirbel bilden, so dass der eingespritzte und verdampfte Brennstoff mit dem Abgas gründlich vermischt wird.

Vorteilhaft ist das Flammrohr an seiner Austrittöffnung verengt. Die Verengung hält den Abgas/Brennstoffdampf-Mantel im Flammrohr zurück und begünstigt dadurch seine Verwirbelung mit dem zentralen Luftstrom. Zudem verhindert die Verengung ein Ablösen der Flamme vom Flammrohr. Eine zweckmässige Verengung macht etwa 1/13 des Flammrohrdurchmessers aus.

Vorteilhaft entspricht die Länge des Flammrohrs etwa seinem doppelten Durchmesser. Diese Proportionen erlauben die Bildung einer stabilen Flamme.

Vorteilhaft ist die Luftöffnung in der Stauscheibe durch einen die Stauscheibenöffnung verengenden Blendeneinsatz bestimmt. Die Luftöffnung im Blendeneinsatz kann dadurch verschieden dimensioniert und allfällige drallerzeugende Leitflächen verschieden ausgestaltet werden. Die Stauscheibe braucht so zum Verändern der Luftöffnung nicht gewechselt zu werden. Auch kann der Blendeneinsatz mit kleinerer Materialstärke hergestellt werden als die Stauscheibe, was für das Einrichten von Luftleitflächen von Vorteil ist, weil dies dadurch durch Verdrehen von aus einem Stück mit dem Blendeneinsatz ausgestanzten Lamellen erreicht werden kann. Das Wechseln des Blendeneinsatzes kann auch im Zusammenhang mit dem Wechseln der Düse nötig sein, weil die Leitflächen vorteilhaft an der Düse anschliessen, um eine optimale Wirkung auf die Luft auszuüben.

Die Parameter Strömungsgeschwindigkeit der Luft und Luftmenge sowie Querschnitt des Luftstromes im Verhältnis zum Flammrohrquerschnitt haben Einfluss auf das Funktionieren des Brenners. Durch die Querschnittfläche der Luftöffnung und die Gebläseleistung sind diese Parameter regulierbar. Zweckmässigerweise weist die Luftöffnung eine Querschnittfläche von 4 bis 13%, vorzugsweise 8 ± 2% der Querschnittfläche des Flammrohres auf.

Weil der Brennstoff beim Start zuerst mit dem im Brennraum vorhandenen sauerstoffhaltigen Abgas und der Luft vermischt werden muss, und dies vor allem entlang der Flammrohrwandung, wo der Brennstoff bei Kaltstart auftrifft, geschieht, ist der Zündpunkt der Zündelektroden vorteilhaft im mittleren Drittel des Flammrohres angeordnet. Die Nähe zur Flammrohrwandung ist auch zweckmässig wegen der Distanz zum zentralen, kühlen Luftstrom, der praktisch keinen Brennstoff enthält. An der Flammrohrwandung hingegen entwickelt sich sehr rasch eine grosse Hitze, so dass der Brennstoff schon Sekundenbruchteile, ca. 1/2 Sekunde, nach dem Kaltstart vollständig vergast und blau brennt.

Vorteilhaft ist der Zündpunkt der Zündelektroden in der stromaufwärtigen Hälfte bei ca. 2/5 der Länge des Flammrohres angeordnet, denn dort ist das Gemisch bereits gut zündbar und weiter stromabwärts würden die Elektroden im Flammenwurzelbereich unnötig störend wirken.

Der erfindungsgemässe Ölbrenner funktioniert praktisch unabhängig von der Form des Feuerungsraumes. Er ist insbesondere geeignet für kompakte Feuerunganlagen mit kurzen Feuerungsräumen. Der erfindungsgemässe Brenner eignet sich insbesondere zur Verbrennung von Heizöl extraleicht, Ökoöl oder Kerosen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der erfindungsgemässe Brenner auch für die Verbrennung von gasfömigem Brennstoff geeignet ist. Durch Zuführen von Gas in die Luft vor der Stauscheibe und einblasen des Gas/Luftgemisches kann der Brenner, ohne dass dazu die Oldüse entfernt werden müsste, zum Gasbrenner umfunktioniert werden.

Nachfolgend werden zum besseren Verständnis der Erfindung Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. Es zeigt:

- Fig. 1 den Brennerkopf im Längsschnitt,
- Fig. 2 schematisch das Verbrennungsverfahren,
- Fig. 3 Aufsicht auf einen Blendeneinsatz mit ausgeschnittenen, jedoch noch nicht verdrehten Führungsflächen,
- Fig. 4 Schnitt durch den Blendeneinsatz nach Fig. 3, wobei die Führungsflächen zur Drallerzeugung verdreht sind.

Die Figur 1 zeigt einen Brennerkopf 11 mit Stauscheibe 13, welche in eine nicht dargestellte Wandung eines Brennraums 12 montierbar ist. An der Stauscheibe 13 ist in Strömungsrichtung, welche durch den Pfeil 14 angezeigt ist, ein Flammrohr 15 mit einem Verhältnis von Durchmesser zu Länge von ca. 1 zu 2 angeordnet. Weiter ist zentral auf der Flammrohrachse 17 eine Lanze oder Düse 19 angeordnet. Die Befestigungsmittel für die Düse 19 und die Stauscheibe 13 bilden zusammen z.B. eine Blendeneinheit, wie sie beispielsweise in der EPA 0 650 014 beschrieben ist. Der Düsenkopf 23 sitzt zentrisch in einem Blendeneinsatz 25. Die Sprühöffnung 21 der Düse 19 liegt in der Ebene der Stauscheibe 13 bzw. des Blendeneinsatzes 25. Der Blendeneinsatz 25 ist auf der Stauscheibe 13 befestigt und deckt bis auf eine ringförmige Luftöffnung 29 um den Düsenkopf 23 herum die Öffnung 27 in der Stauscheibe 13 ab. Die ringförmige Luftöffnung 29 nimmt eine Fläche von ca. 8% der Querschnittfläche des Flammrohrs 15 ein.

Die Luftöffnung 29 ist ausserdem mit drallerzeugenden Leitflächen 31 ausgestattet. Diese Leitflächen 31 sind radial ausgerichtet und sind gegenüber der Flammrohrachse 17 und Strömungsrichtung 14 geneigt, so dass durch die Luftöffnung 29 strömende Luft in Rotation um die Achse 17 versetzt wird. Die Lamellen oder Leitflächen 31 sind aus einem Stück mit dem Blenden-

einsatz 25 gefertigt (Fig. 3 und 4). Bei ihrer Herstellung und Ausrichtung werden sie bis auf eine etwa der gut doppelten Materialstärke entsprechenden Verbindung 32 aus dem Blendeneinsatzblech 34 herausgeschnitten oder gestanzt und danach gegenüber der Blendeneinsatzebene um 60 bis 88 Grad verdreht. Dabei sind an den durch die Verdrehung am meisten zu verformenden Stellen der Verbindungen die Längen der sich verformenden Blechkanten durch runde Ausschnitte (36) vergrössert, um einer Rissbildung vorzubeugen.

Das Flammrohr 15 ist mit Verbindungsgliedern 33 an der Stauscheibe 13 befestigt. Die Verbindungsglieder 33 sind einstückig mit der Wandung 39 des Flammrohres 15 gebildet, ragen über das stauscheibenseitige Ende des Flammrohres 15 hinaus und sind durch Schlitze in der Stauscheibe 13 hindurchgesteckt. Stromaufwärts der Stauscheibe 13 werden die Verbindungsglieder 33 nach dem Zusammenstecken verdreht, so dass eine feste Verbindung zwischen Stauscheibe 13 und Flammrohr 15 entsteht.

Die Verbindungsglieder 33 weisen eine abgetreppte, sich verjüngende Silhouette auf. Die Absätze 37 in der Abtreppung stehen flammrohrseitig an der Stauscheibe 13 an und definieren so die Öffnungsweite des Rezirkulationsschlitzes 35. Durch diesen Rezirkulationsschlitz 35 wird Abgas entlang der Stauscheibe 13 und dem Blendeneinsatz 25 in das Flammrohr 15 gesaugt, um einer Verrussung dieses Bereiches vorzubeugen. Eine günstige Öffnungsweite liegt um ca. 1 mm.

In Stauscheibennähe weist das Flammrohr 15 Rezirkulationsöffnungen 39 auf, durch die das Abgas durch den Unterdruck, der stromabwärts der Stauscheibe 13 aufgrund der Luftströmung entsteht, angesaugt wird. Im gezeigten Fall sind es deren 18 kreisrunden Rezirkulationsöffnungen 39 mit einem jeweiligen Durchmesser von ca. 6 mm. Die Öffnungen 39 können aber auch in anderer Anzahl und/oder anderer Form vorliegen.

Das Flammrohr 15 weist einen inneren Durchmesser von etwa 80 mm und eine Länge von etwa 160 mm auf. Am dem Brennraum 12 zugewandten Ende des Flammrohres 15 ist dieses eingeschnürt. Die Einschnürung 41 verengt die Flammenaustrittöffnung 43 gegenüber dem Flammrohrquerschnitt. Der Randbereich 45 des Flammrohres 15 ist zur Bildung der Einschnürung 41 rund nach innen gewendet.

Die Zündelektroden 47 sind nahe der Peripherie des Flammrohres 15 mit keramischen Isolationsstücken 49 durch die Stauscheibe 13 hindurchgeführt und ragen mit ihren Enden 51 in das Flammrohr 15 hinein. Die Zündstelle 53 liegt in einem Abstand von der Stauscheibe 13 von etwa 2/5 der Länge des Flammrohres 15.

In Figur 2 sind die verschiedenen Zonen während der Verbrennung schematisch dargestellt. Dadurch dass die Luft durch die Luftöffnung 29 geblasen wird entsteht stromabwärts der Stauscheibe 13 ein Unterdruck im Bereich 61. Durch diesen Unterdruck wird Abgas angesaugt, dargestellt durch die Pfeile 63 und 65. Dieses Abgas bildet einen Mantel 67 um die Kernströmung 69. Das entlang Pfeil 65 einströmende Abgas streicht der Oberfläche der Stauscheibe entlang und schützt sie vor Russablagerung. Zwischen der Kernströmung 69 und dem Mantel 67 entstehen Wirbel 71, in denen die beiden Medien Luft und Abgas vermischt werden.

Der Brennstoff wird auf kürzestem Wege durch die Luftströmung hindurchgespritzt, dargestellt mit unterbrochenen Linien 72. Der Kegelmantel des versprühten Brennstoffes weist einen Winkel zwischen 60 und 90 Grad auf. Die Düse hat vorzugsweise eine Kegelmantelcharakteristik mit 80 Grad. In einem Bereich 73 des Abgasmantels 67 vergast der Brennstoff und wird durch Wirbel 75 im Abgasmantel 67 mit dem Abgas vermengt. Da stromaufwärts der Vergasungszone 73 kein vergaster Brennstoff vorliegt, der brennen könnte, und auf dem kurzen Durchdringungsweg, den der Brennstoff durch den Luftstrom 69 hindurch zurücklegen muss, der Brennstoff nicht zu brennen beginnt, wird praktisch sämtlicher Brennstoff im Gasmantel 67 vergast und gelangt erst in vergaster Form mit der Luft in einen eine Reaktion auslösenden Kontakt.

Vergaster Brennstoff wird also in den Wirbeln 71 mit dem Abgas zusammen mit der Luft verwirbelt und verbrennt erst im Bereich dieser Wirbel 71 kühl und schadstoffarm.

Die Flamme beginnt in ihrem Wurzelbereich 77 am Ende des ersten Drittels des Flammrohrs 15. Die Flammenwurzel ist ringförmig zwischen Abgasmantel 67 und Luftstrom 69 eingebettet. Im letzten Drittel des Flammrohrs endet der zentrale Luftstrom 71 im Zentrum der Flamme und kühlt diese. Die Stärke des Mantels 67 ist stromabwärts abnehmend, weil das Abgas/ Brennstoffdampf-Gemisch sich auf dieser Strecke mit der Luft vermischt. Der Brennstoffdampf wird über etwa zwei Drittel der Flammrohrlänge der Flamme zugeführt. Die Flamme hat somit einen ringförmigen und langgezogenen Wurzelbereich und wird aus dem Mantelbereich 67 heraus genährt.

Durch die Einschnürung 41 wird die Mantelzone 67 stromabwärts begrenzt. Das Gas im Mantelbereich 67 wird beim Ausströmen aus dem Flammrohr 15 behindert. Eine Verwirbelung der beiden Medien wird dadurch begünstigt. Die austretende Flamme hält stabil am Flammrohr.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbrennung von flüssigem Brennstoff mittels eines Ölbrenners, bei welchem der Brennstoff in ein Flammrohr gesprüht, Luft in das Flammrohr geblasen und Abgas durch Sogwirkung der Luft in das Flammrohr rückgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff vor der Flammenwurzel (77) in das rückgeführte Abgas gesprüht

(72) und im Abgas verdampft wird, und das mit verdampftem Brennstoff angereicherte Abgas mit der Luft verwirbelt wird (71).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft durch eine zentrale Öffnung (29) in einer Stauscheibe (13) in das Flammrohr (15) eingeblasen wird und das Abgas am stauscheibenseitigen Ende des Flammrohres (15) derart eingelassen (63,65) wird, dass es den zentralen Luftstrom (69) ummantelt (67).

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff mit einer Düse (23) kegelmantelförmig aus dem Zentrum des Luftstroms (69) aus dem Luftstrom hinaus in den heissen und sauerstoffarmen Abgasmantel (67) gespritzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff in einem Winkel von 30 bis 45 Grad zur Flammrohrachse (17) in Richtung zur inneren Wandung des Flammrohres (15) gesprüht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftstrom (69) in Rotation um die Flammrohrachse (17) versetzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das an der inneren Wandung des Flammrohres (15) stromabwärts fliessende Brennstoffgas/Abgas-Gemisch durch eine Verengung (41) der Flammenaustrittöffnung (43) am Ausströmen aus dem Flammrohr (15) gehindert und mit der Luft verwirbelt und damit die austretende Flamme am Flammrohr (15) gehalten wird.

7. Ölbrenner mit Abgasrezirkulation, mit einer zentral angeordneten Brennstoffdüse mit Kegelmantelcharakteristik, einer Stauscheibe mit Luftöffnung und in Strömungsrichtung an die Stauscheibe anschliessend einem Flammrohr, welches in Stauscheibennähe Öffnungen zum Einlass von Abgas in ein Unterdruckgebiet in Strömungsrichtung hinter der Stauscheibe aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprühöffnung (21)der Brennstoffdüse (23) etwa in der Ebene der Unterdruck erzeugenden Stauscheibe (13) liegt und die Stauscheibe (13) lediglich eine Öffnung aufweist, welche einen ringförmig konzentrisch um die Brennstoffdüse (23) herum angeordneten Lufteinlass (29) bildet.

8. Ölbrenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftöffnung (29) der Stauscheibe (13) mit drallerzeugenden Leitflächen (31) versehen ist.

9. Ölbrenner nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Flammrohr (15) und Stauscheibe (13) Rezirkulationsschlitze (35) mit einer Öffnungsweite von wenigstens 0,2 mm für die Selbstreinigung der Stauscheibe (13) angeordnet sind.

10. Ölbrenner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Flammrohr (15) mit vorzugsweise drei distanzhaltenden Verbindungsgliedern (33) an der Stauscheibe (13) befestigt ist.

11. Ölbrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Flammrohrwandung in Stauscheibennähe mit Abstand zur Stauscheibe (13) eine Vielzahl von Rezirkulationsöffnungen (39) angeordnet sind.

12. Ölbrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Flammrohr (15) an seiner Austrittöffnung (43) verengt ist.

13. Ölbrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Flammrohrs (15) etwa dem doppelten Durchmesser entspricht.

14. Ölbrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftöffnung (29) in der Stauscheibe (13) durch einen die Stauscheibenöffnung (27) verengenden Blendeneinsatz (25) bestimmt ist.

15. Ölbrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftöffnung (29) eine Querschnittfläche von 4 bis 13%, vorzugsweise $8 \pm 2\%$ der Querschnittfläche des Flammrohres (15) aufweist.

16. Ölbrenner nach einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Zündpunkt (53) der Zündelektroden (47) im mittleren Drittel des Flammrohres (15) in der Nähe zur Flammrohrwandung angeordnet ist.

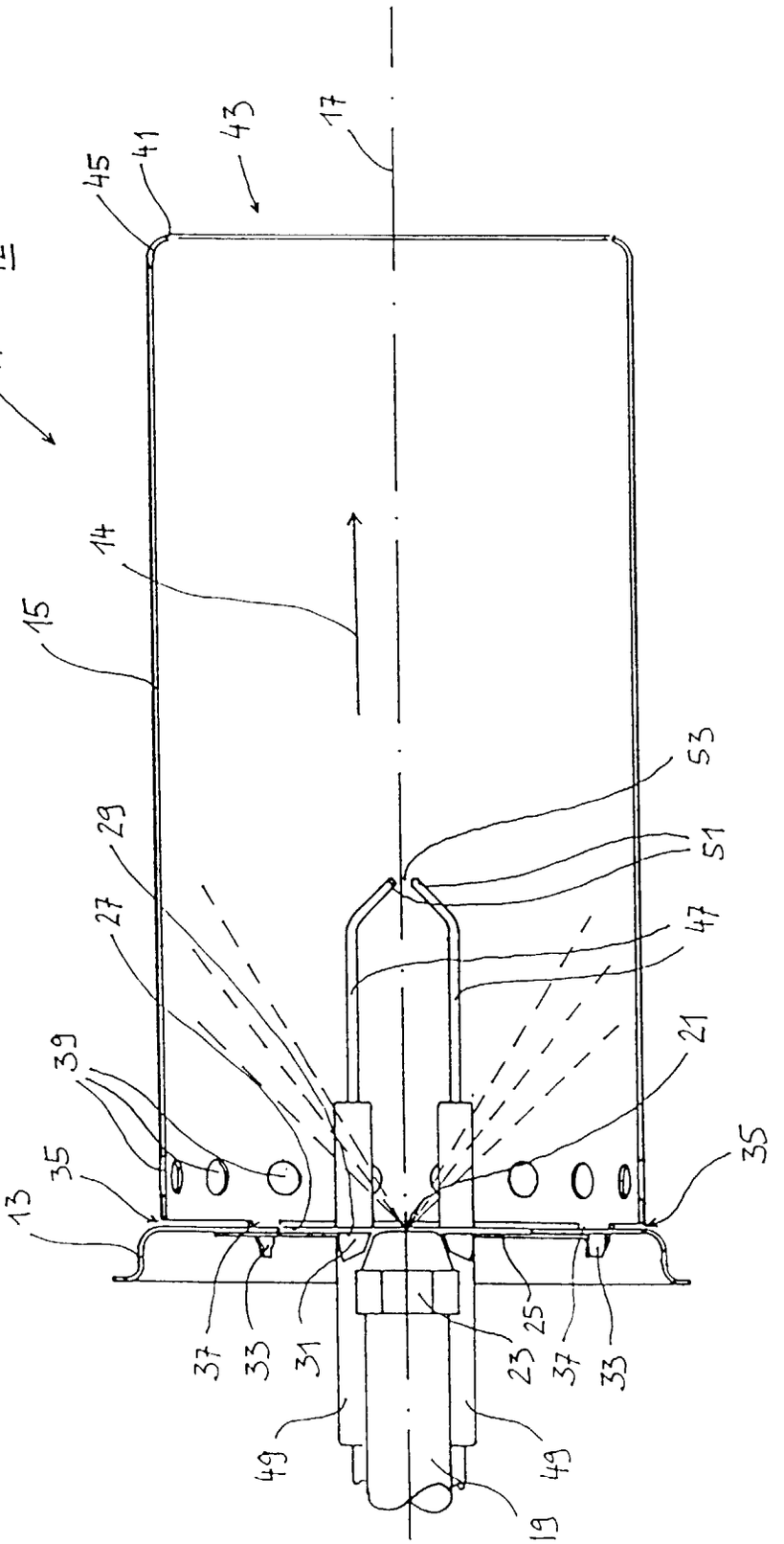

12
11
45
41
43
17
14
15
29
27
39
35
13
53
51
47
21
35
37
33
31
23
25
37
33
49
49
19

Fig. 1

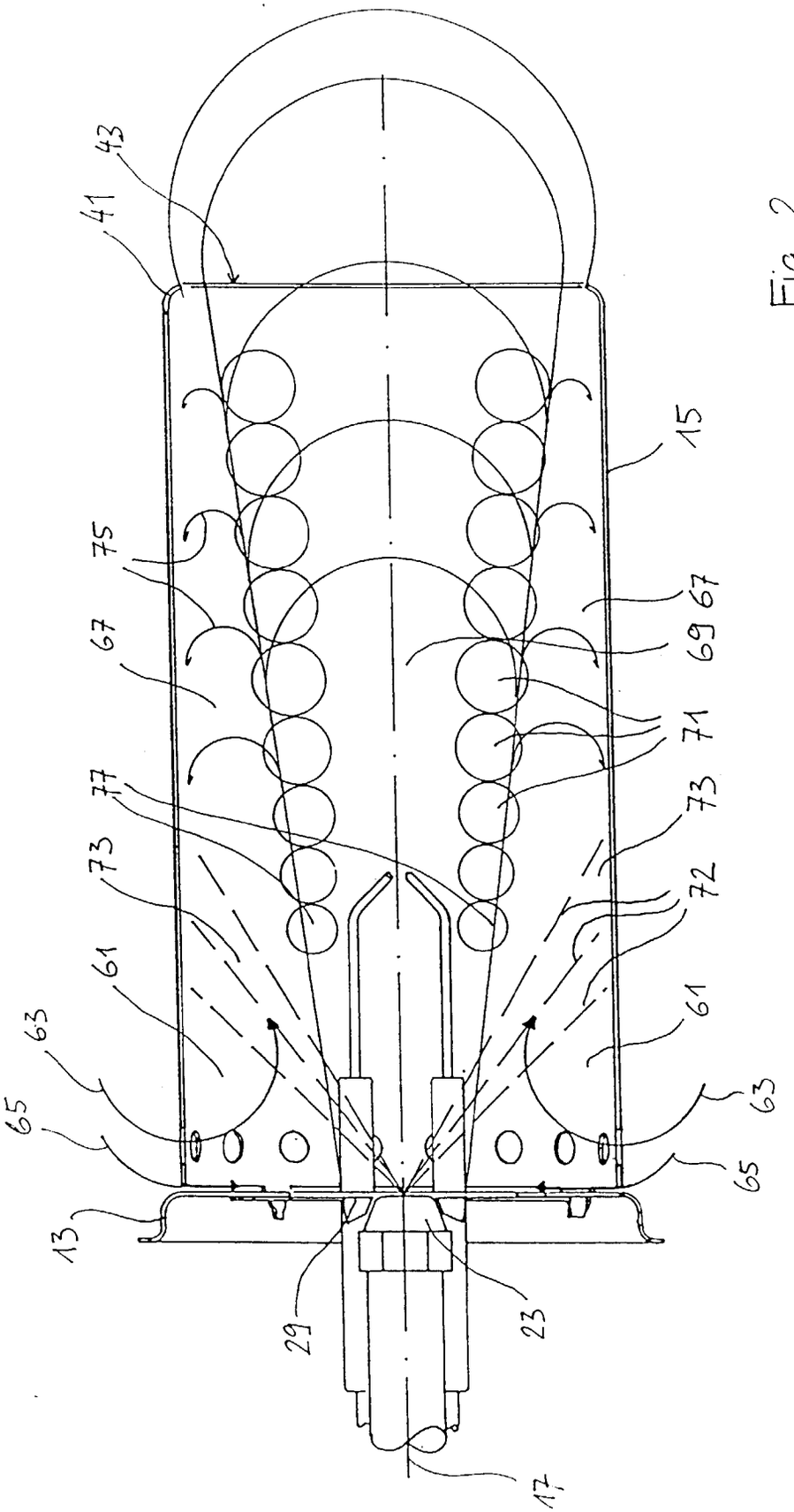


Fig. 2

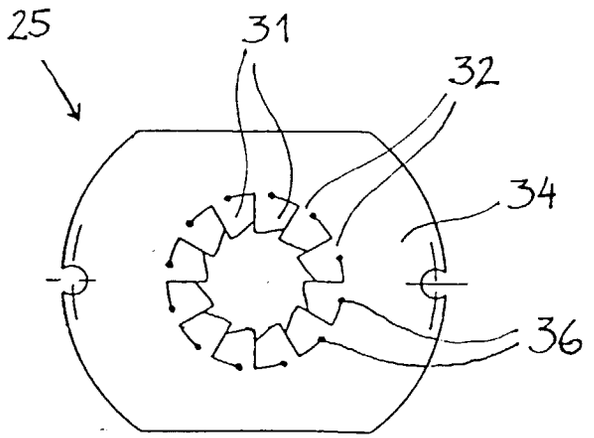


Fig. 3

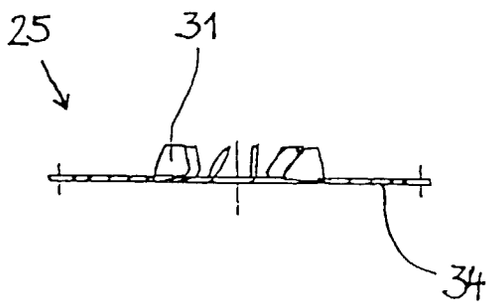


Fig. 4

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0247

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 410 135 A (ELCO OEL- UND GASBRENNERWERK AG) 30.Januar 1991 * Spalte 4, Zeile 21 - Spalte 5, Zeile 13; Abbildungen 1-4 *	1-3,7,11	F23C9/00 F23D11/40
A	EP 0 558 455 A (FÜLLEMANN) 1.September 1993 * Seite 7, Zeile 3 - Seite 7, Zeile 30; Abbildung 9 *	1-3,5,7	
A	DE 40 21 315 C (BUDERUS HEIZTECHNIK) 2.Januar 1992 * das ganze Dokument *	1,2,5,7, 11,12	
A	DE 196 23 187 A (KOEHNE HEINRICH DR ING ;WINTRICH THOMAS DIPL ING (DE); KLEINE JAEG) 16.Januar 1997 * Spalte 1, Zeile 18 - Spalte 1, Zeile 43 * * Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 2, Zeile 57 * * Abbildung 1 *	7,9	
A	EP 0 346 284 A (VTH VERFAHRENSTECHNIK FÜR HEIZUNG) 13.Dezember 1989		
A,D	EP 0 655 580 A (SCHWARZ A & CO) 31.Mai 1995		

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)

F23C
F23D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	7.Juli 1998	Phoa, Y

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie,übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)