

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 906 545 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(21) Anmeldenummer: **97929279.4**

(22) Anmeldetag: **24.06.1997**

(51) Int Cl.7: **F23D 11/42**, F23D 11/40

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP97/03311

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 97/49952 (31.12.1997 Gazette 1997/57)

(54) **BRENNER ZUR OBERFLÄCHENVERBRENNUNG FÜR FLÜSSIGE BRENNSTOFFE UND VERFAHREN ZUM VERBRENNEN**

SURFACE-COMBUSTION LIQUID-FUEL BURNER AND METHOD OF COMBUSTION

BRULEUR POUR LA COMBUSTION SUPERFICIELLE DE COMBUSTIBLES LIQUIDES ET PROCEDE DE COMBUSTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE FR IT LI

(30) Priorität: **25.06.1996 DE 19625217**

09.12.1996 DE 19650973

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

07.04.1999 Patentblatt 1999/14

(73) Patentinhaber: **Köhne, Heinrich**

52072 Aachen (DE)

(72) Erfinder:

- **KÖHNE, Heinrich**
D-52072 Aachen (DE)
- **GITZINGER, Heinz-Peter**
D-52064 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Dallmeyer, Georg, Dipl.-Ing. et al**

Patentanwälte

Von Kreisler-Selting-Werner

Bahnhofsvorplatz 1 (Deichmannhaus)

50667 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 415 008

DE-A- 4 317 554

DE-A- 19 625 217

DE-A- 19 650 973

US-A- 4 643 667

US-A- 4 865 543

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 057 (M-064), 18.April 1981 & JP 56 012908 A (KUBOTA LTD;OTHERS: 01), 7.Februar 1981,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 113 (M-138), 24.Juni 1982 & JP 57 041508 A (TOYO FUITSUCHINGU KK), 8.März 1982,**

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).

EP 0 906 545 B1

Beschreibung

[0001] Grundlage des Patents ist ein Brenner für flüssige Brennstoffe (im folgenden beispielhaft und kurz Öl genannt), mit dem die Verbrennung mit Luft an einer porösen Oberfläche stabilisiert wird, das erforderliche Konzept zur Gemischaufbereitung sowie die Betriebsweise des Brenners.

[0002] Die Technik der Oberflächenverbrennung ist aus der Verbrennung von Gasen bekannt und wird dort bereits für Strahlungsbrenner zum Beispiel zur Beheizung von Industriehallen und zur Gebäudebeheizung (Gas-Wandthermen) eingesetzt.

[0003] Die Vorteile der Oberflächenverbrennung basieren auf der Stabilisierung der Flamme in direkter Nähe der Oberfläche beziehungsweise im Material der verwendeten Oberflächenstruktur. Der Festkörper heizt sich durch die Nähe der Flamme stark auf und kann einen großen Teil der Reaktionswärme durch Wärmestrahlung an die Umgebung abgeben. Damit wird eine effektive Art der Flammenkühlung und dadurch eine Absenkung der thermischen Stickoxidbildung erreicht. Da die Wärmeübertragung zu einem großen Teil durch Wärmestrahlung erfolgt, kann der Wärmetauscher sehr kompakt ausgeführt werden. Aufgrund der niedrigen Geschwindigkeit der Gase an der Oberfläche und der damit verbundenen geringen Turbulenzen werden Flammengeräusche weitgehend vermieden.

[0004] Darüber hinaus bietet die Struktur der porösen Oberfläche die Möglichkeit, katalytisch wirksame Stoffe in den Kontakt mit Verbrennungsgasen zu bringen und so direkten Einfluß auf die Reduzierung von Schadstoffen in der Reaktionszone zu nehmen.

[0005] Für die Oberflächenverbrennung muß die Gemischbildung bereits vor der Oberfläche weitgehend abgeschlossen sein. Während die Gemischbildung bei Gasen relativ einfach umzusetzen ist, erfordert die Vormischung flüssiger Brennstoffe einen höheren technischen Aufwand. Aspekte der Entmischung durch Kondensation und Agglomeration müssen berücksichtigt werden. Die Gefahr einer Selbstzündung des Gemisches unterhalb der Oberfläche muß ausgeschlossen werden.

[0006] Das Problem der homogenen Gemischbildung bei flüssigen Brennstoffen besteht in der Aufheizphase, die zur Verdunstung oder Verdampfung des Brennstoffs notwendig ist. Bei Heizöl führen Konzepte zur Verdampfung oder Verdunstung von Flüssigkeitsfilmen, die entweder an heißen Oberflächen herablaufen oder durch kapillare Kräfte angesaugt werden, meist zu dem Problem der Bildung von Ablagerungen an den Oberflächen des Verdampfers. Die Ablagerungen sind Reaktionsprodukte aus Crackreaktionen im Brennstoff Heizöl die bei Temperaturen oberhalb von 400 °C auftreten. Solch hohe Temperaturen bis oberhalb des Siedepunktes des Heizöls (380 bis, 400 °C) sind aber für einen ausreichenden Wärmeübergang von der Verdampferwand an das flüssige Medium erforderlich. Die Ablagerungen

führen zu einer Verschlechterung des Wärmeübergangs und damit zur Störanfälligkeit des Systems.

[0007] Aus JP 57041508 ist ein Brenner für flüssige Brennstoffe bekannt, bei dem in der Startphase der zugeführte Brennstoff in einem Verdampfungsrohr verdampft wird. Dies erfolgt durch eine elektrische Heizvorrichtung. Der verdampfte Brennstoff wird durch Injektionsdüsen in eine Mischkammer injiziert. In diese wird ferner vorgeheizte Luft eingeführt. Das Gemisch aus vorgeheiztem Brennstoff und vorgeheizter Luft verbrennt während der Startphase an der Oberfläche des porösen Körpers. Nach Beenden der Startphase wird die Stomzufuhr der elektrischen Heizvorrichtung beendet. Die Verdampfung des Brennstoffs erfolgt nunmehr durch die Wärme der an dem porösen Körper erfolgenden Verbrennung.

[0008] Aus JP 56012908 ist ein Wassererhitzer bekannt. Bei diesem Brenner erfolgt die Verbrennung von flüssigem Brennstoff durch direktes Eindüsen des Brennstoffs in die Luft. Das Gemisch wird in einer Verdampfungszone aufgeheizt und anschließend an der Oberfläche eines porösen Körpers verbrannt. In einer Startphase wird zum Aufbringen der Verdampfungsenergie in der Verdampfungszone durch eine Zündkerze eine Startflamme erzeugt. Die Startflamme wird nach Erreichen einer Mindestbetriebs-Temperatur gelöscht. Hierauf folgt das Verdampfen des Brennstoffs an der Oberfläche des porösen Körpers.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, derartige Brenner zu verbessern.

[0010] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Verbrennung flüssiger Brennstoffe gemäß Anspruch 1 bzw. durch einen Brenner für flüssige Brennstoffe gemäß Anspruch 6.

[0011] Die Gemischaufbereitung erfolgt durch das Konzept der Zerstäubung und Verdunstung des Brennstoffs in einen Luftstrom. Die erforderliche Startfähigkeit des Systems (beim Kaltstart des Brenners steht die zur Gemischbildung (Verdunstung) notwendige thermische Energie noch nicht zur Verfügung) wird gelöst durch das Konzept der Kombination eines Startbrenners (drallunterstützte Flammenrohrstabilisierung) mit einem Oberflächenbrenner, und der Möglichkeit, die Aggregate des Startbrenners zur Aufbereitung eines Brennstoff-Luftgemischs für den Oberflächenbrenner zu nutzen.

[0012] Die erforderliche Wärmeeinkopplung erfolgt über verschiedene Mechanismen, die in ihrer Summe die vollständige Verdunstung gewährleisten und eine Überhitzung des Brennstoffgemischs vermeiden. Dadurch wird die Gefahr der Selbstzündung des Gemischs in der Gemischbildungszone vermieden. Im Gegensatz zum bisherigen Stand des Wissens der Zündtemperatur zum Beispiel des Brennstoffs Heizöl EL (220 °C) tritt eine Selbstentzündung des Brennstoff-Luft-Gemischs unter den Bedingungen in diesem Brennerkonzept erst bei sehr viel höheren Temperaturen (>500 °C) auf. Erst dadurch kann die homogene Gemischbildung (vollständige Verdampfung und überstöchiometrische Mischung

mit Luftsauerstoff) erreicht werden.

[0013] Zur Vermeidung der Bildung von Ablagerungen muß der Kontakt des flüssigen Brennstoffs mit heißen Wänden vermieden werden. Dies gilt sowohl für den Prozeß der Gemischbildung als auch für den Transport des Gemisches zur Oberfläche des Brenners. Die glühende Oberfläche zur Flammenstabilisierung stellt keine kritische Zone dar, da diese aufgrund ihrer hohen Temperatur nicht benetzt wird. Eventuell beim Start gebildete Ablagerungen können hier sogar rückstandsfrei abgebrannt werden.

[0014] Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Brenner für flüssige Brennstoffe, mit einer zentralen Brennstofflanze, einer Luftzuführung, die mit einer Dralleinrichtung versehen sein kann, mit einer Zündvorrichtung, mit einem optionalen Flammenrohr, mit einem optionalen Wärmetauscher zur Luftvorwärmung und mit einem porösen Körper zur Stabilisierung einer großflächigen bzw. großvolumigen Flamme.

[0015] Der Brenner arbeitet in zwei Betriebszuständen. Der Zustand I, der Startmodus, dient dem Vorheizen des Brenners auf eine Mindestbetriebstemperatur. Mit der Zielsetzung einer möglichst geringen elektrischen Energieaufnahme - zum Beispiel bei taktenden Kleinf Feuerungsanlagen - gestattet die erfindungsgemäße Konstruktion und Betriebsweise jedoch auch die Aufheizung durch einen Start-Brennerbetrieb. Der Brenner arbeitet als Flammenrohr-stablisierter Brenner im Inneren der umschließenden Oberfläche. Dieser Betriebszustand dient nur zur Aufheizung des Systems auf die Mindest-Betriebstemperatur des Zustands II und ist zeitlich kurz ausgelegt. Die erfindungsgemäße Konstruktion gestattet es, diesen Brenner mit geringem Aufwand (Minimierung der notwendigen Brenneraggregate sowie der elektrischen Energie zur Versorgung der Aggregate) zu betreiben.

[0016] Die Rauchgase des Startbrenners im Betriebszustand I können direkt durch den porösen Körper geleitet werden. Dadurch verbessert sich der Wärmeübergang der Gase an den aufzuheizenden Körper, so daß im Vergleich zu einer Vorbeiströmung der Gase eine Verkürzung der Startphase erreicht werden kann. Eine mechanische Versperrung einer zweiten Wegführung der Rauchgase des Startbetriebes entfällt damit ebenfalls.

[0017] Zum Abbruch des Betriebszustands I (Startbetrieb) genügt es, die stabile Verbrennung des Brennstoffnebel-Luftgemischs kurzfristig zu unterbrechen. Dies geschieht zweckmäßig durch eine sehr kurze Unterbrechung der Ölzufuhr. Nach dem Verlöschen der Flamme kann sich bei erneuter Ölzufuhr keine neue Flammenzone ausbilden, wenn die Zündvorrichtung im Inneren des Brenners nicht aktiviert wird. Im Bereich des Flammenrohres wird dann ein Öldampf-Luftgemisch erzeugt, das dem Bereich des porösen Körpers zugeführt werden kann.

[0018] Das Gemisch kann an der Oberfläche dann konventionell durch Zündelektroden entzündet werden.

Das entwickelte Konzept gestattet es jedoch auch, auf die außen liegende Zündeinrichtung zu verzichten und eine Selbst-Entzündung des Gemisches an der Oberfläche zu bewirken. Dies gelingt, wenn die Temperatur der Oberfläche an mindestens einer Stelle genügend hoch liegt. Durch den Startbrenner kann der Bereich um das Flammenrohr genügend stark aufgeheizt und leicht zum Glühen gebracht werden. Durch den relativ großflächigen Zündbereich an dem (teilweise oder ganz glühenden) porösen Körper können die Startemissionen des Betriebsmodus II der Verbrennung am porösen Körper im Vergleich zu punktuellen Zündquellen (z. B. Zündelektroden) niedrig gehalten werden.

[0019] Durch eine geeignete Strömungsführung (Ziel einer schnellen Homogenisierung des Gemisches) und Begrenzung der Temperatur (insbesondere der Wärmeabstrahlung durch die glühende Oberfläche) kann die Selbstentzündung des zündfähigen Öldampf-Luft-Gemisches innerhalb des Brenners vermieden werden. Bei Einsatz des Brenners in Prozessen, die eine hohe Luftvorwärmung durch eine notwendige Abgaskühlung beinhalten (chemische Hochtemperaturprozesse, Stirlingmotor, u. a.), oder bei anderen erforderlichen Randbedingungen kann die Selbstzündung auch durch die Einkopplung von Rauchgasen in die Gemischbildungszone und / oder durch die Teilung des Luftstroms in einen Primär- und einen Sekundärluftstrom vermieden werden. Beide Methoden bewirken eine Inertisierung des Gemisches (Reduzierung des Sauerstoffpartialdrucks) und damit eine erhöhte Zündverzögerung.

[0020] Die Rauchgase können über Öffnungen im Bereich der Gemischbildung zugeführt werden. Die Dosierung der Rauchgase kann über die Veränderung der Fläche der Öffnung zum Beispiel durch einen Schieber oder eine Platte auch während des Betriebs erfolgen. Eine Temperatursteuerung der Veränderung der Fläche kann effizient durch Temperaturfühler oder Bimetalle oder auch strömungstechnisch erfolgen.

[0021] Rauchgase können durch den Impuls der Luft im Startbrenner (kurz: Primärluft) angesaugt werden. Die Primärluft kann auch durch Wärmetauscher (8) vor Eintritt in die Brennkammer vorgeheizt werden. Durch das Einbringen des Öls in das heiße Rauchgas-Primärluft-Gemisch erfolgt eine schnelle Verdunstung des Öls sowie eine homogene Vermischung.

[0022] Eine partielle chemische Umsetzung des Öls kann durch die Wahl der Prozeßparameter (Temperatur, Luftmenge, Rauchgasmenge) erreicht werden. Der Raum im Flammenrohr des Startbrenners fungiert dann als Vormisch- sowie Vorreaktionsraum.

[0023] Bei einer Teilung des Luftstroms (zwecks Inertisierung der Gemischbildungszone) erfolgt die Zumischung weiterer Luft (kurz: Sekundärluft) stromabwärts des Flammenrohres. Die Sekundärluft kann ebenfalls durch Wärmetauscher (8) vor der Zumischung vorgeheizt werden. Der Impuls der Sekundärluft kann zur Überwindung des Druckverlustes der Matrix des Oberflächenbrenners genutzt werden.

[0024] Der Oberflächenbrenner besteht aus einem porösen Körper (z. B. Edelstahl, Keramik). Dieser kann an der Rauchgasaustrittsöffnung hinter dem Startbrenner oder zylindrisch um diesen herum angebracht sein.

[0025] Um eine Rückzündung des Brennstoffgemischs in den Bereich der Sekundärluftzumischung (vor den Oberflächenbrenner) durch die heiße Oberfläche zu vermeiden, kann der Oberflächenbrenner durch die Sekundärluft selbst gekühlt werden. Die Vorwärmung der Sekundärluft erfolgt dann teilweise oder ganz im Oberflächenbrenner.

[0026] Eine besonders gleichmäßige Zumischung der Sekundärluft ohne Gefahr einer vorzeitigen Zündung des Gemisches ist durch die Mischung in der Oberflächenmatrix selbst möglich.

[0027] Der Oberflächenbrenner kann zur Beeinflussung der chemischen Umsetzung des Öls mit oberflächenvergrößernden Stoffen und/oder mit katalytisch aktiven Stoffen beschichtet sein.

[0028] Die Zufuhr der zur Verdunstung des Brennstoffs und zur Aufheizung der Verbrennungsluft notwendigen Energie kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Effizient kann eine Kombination der beschriebenen Wege sein.

[0029] Durch die Aufheizung der Luft auf eine Temperatur entsprechend dem Siedepunkt des verwendeten Brennstoffs (bei Heizöl ca. 400°C) wird die Rückkondensation von verdunstetem Brennstoff vermieden. Bei einer weiteren Aufheizung der Luft kann der Energiebedarf zur Verdunstung des Brennstoffs aus dem Luftstrom gedeckt werden. Die Erzeugung des Brennstoffdampfes erfolgt dann zweckmäßig durch die direkte Einspritzung des Brennstoffs in die heiße Luft.

[0030] Durch einen Wärmetauscher kann die Verbrennungsluft vor der Mischung mit dem Brennstoffnebel aufgeheizt werden. Der Wärmetauscher kann in Form von Rohren, die von der Luft durchströmt werden, außerhalb oder innerhalb des Brenners angeordnet sein. Durch die Anordnung innerhalb des Brenners kann eine Überhitzung des Bereichs der Brennstoff-Luft-Mischung durch Wärmeabfuhr vermieden werden.

[0031] Wird der Wärmetauscher außerhalb des Brenners angeordnet, kann damit auch Niedertemperaturwärme (durch Rauchgaskühlung) in Hochtemperaturprozesse (Chemie, Stirling, u. a.) eingekoppelt werden.

[0032] Wenn Rauchgase der Verbrennung auf hohem Temperaturniveau entnommen werden, gelingt darüber die Zufuhr eines Teil oder der gesamten Wärme, die zur Verdunstung des Brennstoffs erforderlich ist. Die Rauchgase bewirken darüber hinaus eine Inertisierung der Gemischbildungszone sowie eine zusätzliche Kühlung der Flammenzone.

[0033] Die Abgabe der Wärme durch Strahlung durch den im Betriebszustand II sehr heißen porösen Körper erfolgt sowohl nach außen (an das zu beheizende Medium, z.B. Kesselwasser) als auch nach innen. Dieser Effekt kann zur Beheizung der Vormischzone genutzt werden, wenn diese innerhalb eines von dem porösen

Körper umschlossenen Bereichs liegt. Die Verdunstung des Brennstoffs erfolgt dann nicht nur durch konvektiven Wärmetransport der heißen Luft an die Öltröpfchen, sondern auch durch die direkte Einstrahlung auf die einzelnen Tropfen. Die Begrenzung der Temperatur in der Vormischzone kann zum Schutz vor Selbstentzündung des Gemisches durch eine geschichtete Bauweise des porösen Körpers erfolgen. Die äußere Schicht der Oberfläche wird in Bezug auf die Unterstützung der Verbrennung optimiert (Material, Werkstoffe, Struktur). Die innere Schicht wird in Bezug auf die genaue Einkopplung der notwendigen Wärme optimiert (Wärmeleitungs- und Strahlungseigenschaften).

[0034] Durch die Einsaugung von überhitztem Öldampf-Luft-Gemisch in den Bereich der Brennstoff- und Luftzufuhr kann Wärme zur Verdunstung in die Vormischzone eingetragen werden. Bei der Beaufschlagung des porösen Körpers mit dem Öldampf kommt es durch die Strahlung des Körpers nach innen zu einer weiteren Erwärmung des Gemisches. Ein Teil des Gemischstromes kann durch den Unterdruck der Luftzuführung in den Bereich der Vormischkammer zurückgesaugt werden. Dies erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie die Einsaugung von Rauchgasen zur Flammenkühlung bei herkömmlichen Brennern. Wird das Flammrohr für den Brenner im Betriebszustand I mit Rezirkulationsöffnungen betrieben, so erfolgt die Rücksaugung von überhitztem Öldampf automatisch durch diese Öffnungen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbrennung flüssiger Brennstoffe, bei dem Brennstoff und Luft durch direkte Eindüsung des Brennstoffs in die Luft gemischt, in einer Verdampfungszone aufgeheizt und anschließend unter Bildung einer stabilen Flamme an der Oberfläche eines porösen Körpers (7) verbrannt wird, und in einer Startphase zum Aufbringen der Verdampfungsenergie in der Verdampfungszone eine Startflamme erzeugt wird, die nach Erreichen einer Mindestbetriebs-Temperatur gelöscht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der zur Verdampfung des Brennstoffs erforderlichen Wärmezufuhr durch Rückführung des Gemischs aus heißer Luft und Brennstoffdampf in die Verdampfungszone erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zur Verdampfung des Brennstoffs erforderliche Wärmezufuhr zusätzlich durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen erfolgt:
 - a) Einkopplung der Verbrennungswärme über Wärmetauscher (8),

- b) Einkopplung heißer Rauchgase, und/ oder
- c) Wärmeeinstrahlung von heißen Oberflächen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übergang von der Startphase zum Betrieb mit Oberflächenverbrennung bei Erreichen einer Mindestbetriebs-Temperatur durch kurzzeitige Unterbrechung des Brennstoffstromes erfolgt. 5
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, **gekennzeichnet durch** die Zuführung von Rauchgasen in die Verdampfungszone. 10
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, **gekennzeichnet durch** die Aufteilung eines Luftstromes, in welchem die mit dem Brennstoff zu mischende Luft zugeführt wird, in
 - einen Primärluftstrom, der über eine Lustdüse eines Startbrenners zur Erzeugung der Startflamme zugeführt wird, und
 - einen Sekundärluftstrom, der nahe dem porösen Körper (7) oder in diesem zugeführt wird. 15
6. Brenner für flüssige Brennstoffe, mit einer zentralen Brennstofflanze (1), einer Luftzuführung (2), einer Mischkammer zum Mischen des zugeführten Brennstoffs mit der zugeführten Luft und zum Verdampfen des Brennstoffs, und einem eine Verdampfungszone umgebenden porösem Körper (7), der die Mischkammer begrenzt und einen Oberflächenbrenner bildet, wobei in der Mischkammer ein Startbrenner angeordnet ist, der in einer Startphase eine Startflamme erzeugt und anschließend für die Gemischaufbereitung des Brennstoff-Luft-Gemisches benutzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** um die Verdampfungszone herum ein Flammenrohr (6) angeordnet ist, welches von dem porösen Körper (7) überragt wird und **dass** eine Rezirkulationsstrecke für das Gemisch aus heißer Luft und Brennstoffdampf von dem porösen Körper (7) und dem Flammrohr (6) zu der Verdampfungszone vorgesehen ist. 20 25 30 35 40 45
7. Brenner nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Strahlungsübertragungsstrecke von dem porösen Körper (7) zu der Verdampfungszone vorgesehen ist. 50
8. Brenner nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flammrohr (6) Rezirkulationsöffnungen aufweist. 55
9. Brenner nach einem der Ansprüche 6 - 8, **dadurch**

gekennzeichnet, dass zur Zuführung der zur Verdampfung des Brennstoffs erforderlichen Energie zusätzlich ein Wärmetauscher (8) vorgesehen ist, welcher einen Teil der bei der Verbrennung freigesetzten Wärme mittels aufgeheizter Luft in die Verdampfungszone einbringt.

10. Brenner nach einem der Ansprüche 6 - 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der poröse Körper (7) als poröser Wabenkörper ausgebildet ist, dessen Waben abwechselnd von Luft und Brennstoffgemisch durchströmt werden.

15 Claims

1. Method for combusting liquid fuels, wherein fuel and air are mixed by direct injection of the fuel into the air, heated up in an evaporation zone and subsequently combusted, with a stable flame forming at the surface of a porous body (7), and wherein in a start-up phase a start-up flame is produced for applying evaporation energy in the evaporation zone, the start-up flame being extinguished when the minimum operating temperature has been reached, **characterized in that** at least a portion of the heat required for evaporating the fuel is supplied by returning the mixture of hot air and fuel vapour into the evaporation zone. 20
2. Method according to claim 1, **characterized in that** the heat required for evaporating the fuel is additionally supplied by taking one or a plurality of the following measures: 25
 - a) coupling-in of the combustion heat via heat exchangers (8),
 - b) coupling-in of hot flue gases, and/or
 - c) heat radiation from hot surfaces. 30
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the transition from the start-up phase to operation with superficial combustion is effected by temporarily stopping the fuel flow when a minimum operation temperature has been reached. 35
4. Method according to one of claims 1-3, **characterized by** the supply of flue gases into the evaporation zone. 40
5. Method according to one of claims 1-4, **characterized by** splitting an air flow, by means of which the air to be mixed with the fuel is supplied, in
 - a primary air flow supplied via an air nozzle of the start-up burner for producing the start-up flame, and 45

- a secondary air flow supplied near the porous body (7) or in this porous body (7).

6. Burner for liquid fuels, comprising a central fuel gun (1), an air supply device (2), a mixing chamber for mixing the supplied fuel with the supplied air and for evaporating the fuel, and a porous body (7) surrounding an evaporation zone, the porous body (7) defining the mixing chamber and forming a surface burner, wherein in the mixing chamber a start-up burner is arranged which produces a start-up flame in a start-up phase and is subsequently used for preparation of the fuel-air mixture, **characterized in that** around the evaporation zone a flame tube (6) is arranged above which arises the porous body (7), and a recirculation distance for the mixture of hot air and fuel vapour is provided from the porous body (7) and the flame tube (6) to the evaporation zone.
7. Burner according to claim 6, **characterized in that** a radiation transmission distance from the porous body (7) to the evaporation zone is provided.
8. Burner according to claim 6 or 7, **characterized in that** the flame tube (6) comprises recirculation openings.
9. Burner according to one of claims 6-8, **characterized in that** for supply of the energy required for evaporating the fuel a heat exchanger (8) is additionally provided which supplies a portion of the heat released during combustion via heated-up air into the evaporation zone.
10. Burner according to one of claims 6-9, **characterized in that** the porous body (7) is configured as porous honeycomb body through whose honeycombs air and fuel mixture alternately flow.

Revendications

1. Procédé de combustion de combustibles liquides, dans lequel du combustible et de l'air sont mélangés par injection directe du combustible dans l'air, chauffés dans une zone de vaporisation et ensuite brûlés avec formation d'une flamme stable sur la surface d'un élément poreux (7) et dans lequel, dans une phase de démarrage, une flamme de démarrage est produite afin de fournir l'énergie de vaporisation dans la zone de vaporisation, laquelle flamme s'éteint après qu'une température de service minimale a été atteinte, **caractérisé en ce qu'une partie au moins de l'apport de chaleur nécessaire à la vaporisation du combustible provient**

du recyclage du mélange d'air chaud et de vapeur de combustible dans la zone de vaporisation.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'apport de chaleur nécessaire à la vaporisation du combustible est obtenu par une ou plusieurs des mesures supplémentaires suivantes :
 - a) couplage avec la chaleur de combustion par l'intermédiaire d'échangeurs de chaleur (8),
 - b) couplage avec des gaz de combustion chauds, et/ou
 - c) rayonnement thermique de surfaces chaudes.
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** le passage de la phase de démarrage au fonctionnement avec combustion superficielle lorsqu'une température de service minimale est atteinte se fait en interrompant le flux de combustible pendant une courte durée.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** des gaz de combustion sont introduits dans la zone de vaporisation.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'un flux d'air dans lequel l'air à mélanger avec le combustible est apporté est subdivisé en**
 - un flux d'air primaire qui est apporté par l'intermédiaire d'une buse d'air d'un brûleur de démarrage afin de produire une flamme de démarrage, et
 - un flux d'air secondaire qui est amené au voisinage de l'élément poreux (7) ou dans celui-ci.
6. Brûleur pour combustibles liquides, comprenant une lance à combustible centrale (1), une arrivée d'air (2), une chambre de mélange pour mélanger le combustible injecté avec l'air injecté et pour vaporiser le combustible, et un élément poreux (7) qui entoure une zone de vaporisation, délimite la chambre de mélange et forme un brûleur superficiel, un brûleur de démarrage étant disposé dans la chambre de mélange, lequel brûleur produit une flamme de démarrage dans une phase de démarrage et est ensuite utilisé pour la préparation du mélange de combustible et d'air, **caractérisé en ce qu'un tube à flamme (6) est agencé autour de la zone de vaporisation, l'élément poreux (7) dépassant dudit tube, et en ce qu'il est prévu une section de recyclage du mélange d'air chaud et de vapeur de combustible depuis l'élément poreux (7) jusqu'à la zone de vaporisation.**

7. Brûleur selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une section de transfert de chaleur radiante depuis l'élément poreux (7) vers la zone de vaporisation. 5
8. Brûleur selon la revendication 6 ou la revendication 7, **caractérisé en ce que** le tube à flamme (6) présente des orifices de recyclage.
9. Brûleur selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce qu'il** est prévu en plus, pour fournir l'énergie nécessaire à la vaporisation du combustible, un échangeur de chaleur (8) qui apporte dans la zone de vaporisation une partie de la chaleur dégagée lors de la combustion au moyen d'air chauffé. 10 15
10. Brûleur selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** l'élément poreux (7) se présente sous la forme d'un élément poreux en nid d'abeilles dont les alvéoles sont traversées alternativement par de l'air et par du mélange combustible. 20

25

30

35

40

45

50

55

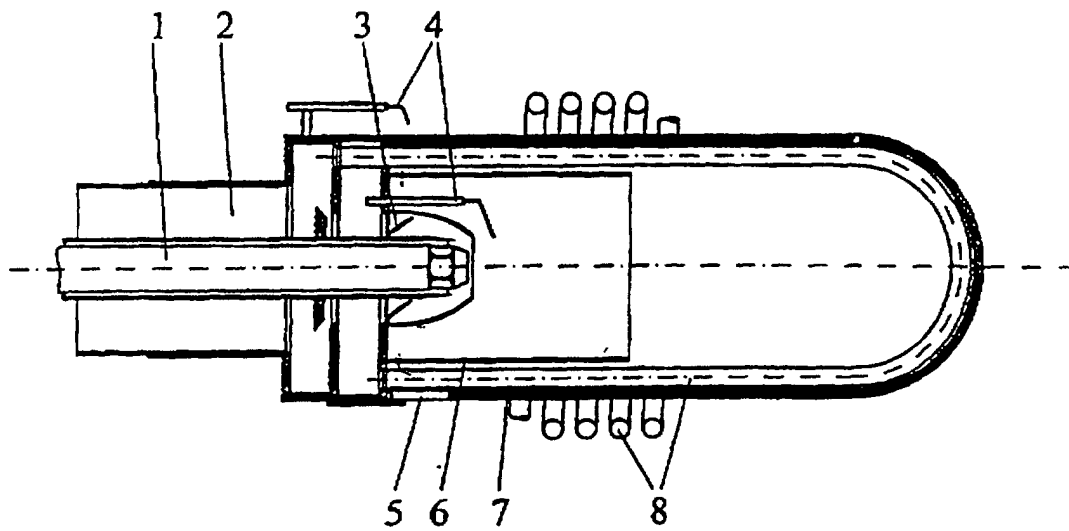


Abbildung 1: Oberflächenbrenner, Längsschnitt

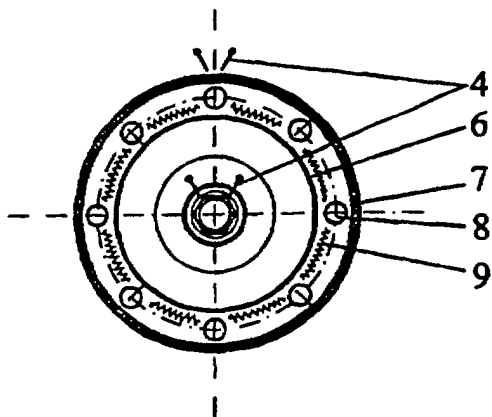


Abbildung 2: Brenner, Querschnitt