

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89119591.9

51 Int. Cl.⁵: **F23D 14/04, F23D 14/64,**
F23C 9/00, F23L 7/00

22 Anmeldetag: 21.10.89

30 Priorität: 20.12.88 DE 3842842

71 Anmelder: **JOHN ZINK GMBH**
Friesstrasse 5
D-6000 Frankfurt am Main 60(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 27.06.90 Patentblatt 90/26

72 Erfinder: **Fischer, Dieter, Dipl.-Chem.**
August-Bebel-Strasse 12
D-6094 Bischofsheim(DE)
 Erfinder: **Krüger, Klaus**
Florianweg 36
D-6000 Frankfurt 60(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

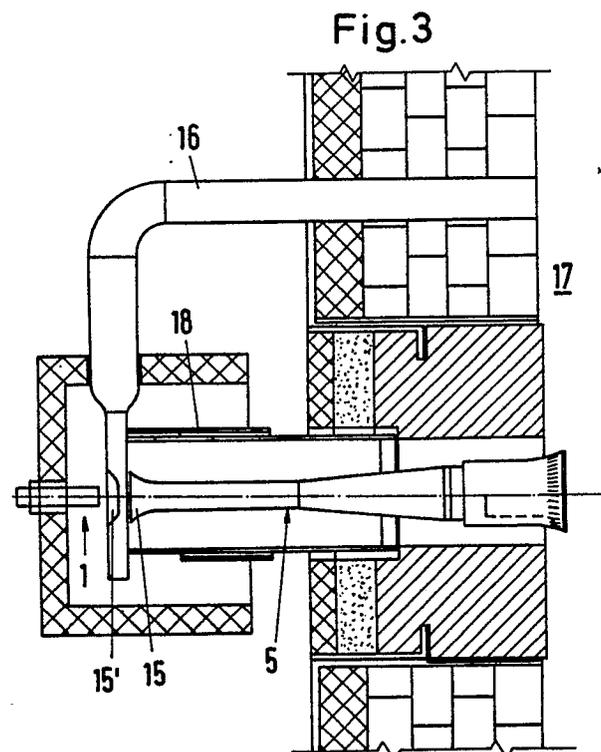
74 Vertreter: **Weber, Dieter, Dr. et al**
Dr. Dieter Weber und Dipl.-Phys. Klaus
Seiffert Patentanwälte
Gustav-Freytag-Strasse 25 Postfach 6145
D-6200 Wiesbaden 1(DE)

54 **Atmosphärischer Brenner.**

57 Die Erfindung betrifft einen atmosphärischen Brenner mit einer Zufuhreinrichtung (1) für vorzugsweise gasförmigen Brennstoff, die mindestens eine Zufuhröffnung (2) aufweist, welche im wesentlichen zentral im Öffnungsbereich (3) eines stirnseitig offenen Rohres (5) angeordnet ist, wobei der Brennstoff unter Druck axial in das Rohr (5) einströmt und dabei Verbrennungsluft nach dem Venturiprinzip durch die Rohröffnung (4) ansaugt und gemeinsam mit der Verbrennungsluft aus einer sich am Ende des Rohres (5) anschließenden Brennerdüse (6) austritt.

Um einen Brenner vorzusehen, da trotz hoher Brennraumtemperaturen ein Rauchgas erzeugt, welches ohne weitere Behandlung und ohne Rauchgaswäsche deutlich verminderte NO_x-Werte im Bereich von z.B. 100 mg/m³ erhält, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß eine Rauchgasrückföhrleitung (16) im Öffnungsbereich des Rohres (5) mündet.

EP 0 374 423 A2



Atmosphärischer Brenner

Die vorliegende Erfindung betrifft einen atmosphärischen Brenner mit einer Zufuhreinrichtung für vorzugsweise gasförmigen Brennstoff, die mindestens eine Zufuhröffnung aufweist, welche im wesentlichen zentral im Öffnungsbereich eines stirnseitig offenen Rohres angeordnet ist, wobei der Brennstoff unter Druck axial in das Rohr einströmt und dabei Verbrennungsluft nach dem Venturiprinzip durch die Rohröffnung ansaugt und gemeinsam mit der Verbrennungsluft aus einer sich am anderen Ende des Rohres anschließenden Brennerdüse austritt.

Derartige Brenner sind seit langem bekannt. Diese werden beispielsweise eingesetzt in Öfen bzw. Reaktoren zur Erzeugung hoher Temperaturen, um schwere Erdölfraktionen zu kracken. Zum Beispiel werden solche Brenner bei der Ethylenherstellung verwendet.

Als Brennstoff dient dabei im allgemeinen ein brennbares Gas, dem eine bestimmte Menge an Verbrennungsluft zugeführt wird und welches bei seiner Verbrennung die erforderlichen hohen Temperaturen erzeugt. Dabei haben sich Brenner bewährt und auch weitgehend durchgesetzt, welche nach dem Venturiprinzip die benötigte Verbrennungsluft ansaugen. Der Brenner ist dabei im wesentlichen als an einer Stirnseite offenes Rohr ausgebildet, welches an seinem anderen Ende eine Brennerdüse aufweist. Unmittelbar vor der offenen Stirnseite ist zentral eine Zufuhreinrichtung mit einer Zufuhröffnung für Brennstoff bzw. mit einer Brennstoffdüse angeordnet. Durch diese Öffnung strömt das beispielsweise für die Verbrennung verwendete Gas unter einem Druck von einigen Atmosphären axial in das Brennerrohr hinein und reißt dabei die erforderliche Luft mit sich. Die so nach dem Venturiprinzip angesaugte Luftmenge kann auf vielfältige Weise variiert werden, z.B. durch Änderung des Abstandes der Zufuhröffnung von der Rohröffnung, durch Änderung der freien Querschnitte von Zufuhröffnung und/oder Rohr, Änderung des Brennstoffdruckes oder Drosseleinrichtungen für die Luftzufuhr zum Brenner hin.

Die Anforderungen, die an derartige Brenner gestellt werden, sind zumindest teilweise widersprüchlich. So will man einerseits eine möglichst effektive und vollständige Verbrennung des eingesetzten Brennstoffes und eine hohe Temperatur im Brennerraum erreichen, andererseits sollen jedoch auch die in den entstehenden Abgasen enthaltenen Schadstoffe nur in möglichst geringer Konzentration vorhanden sein. Insbesondere die zusammenfassend kurz als NO_x bezeichneten Stickstoff-Sauerstoffverbindungen stellen dabei ein erhebliches Problem dar, da sie vor allem bei hohen Verbren-

nungstemperaturen in unerwünscht großen Mengen entstehen.

Mit den bisher bekannten Brennern der eingangs genannten Art kann man bei geeigneter Steuerung der Brennstoff- und der Luftzufuhr erreichen, daß bei Brennraumtemperaturen, die etwa im Bereich zwischen 1100 und 1300 °C liegen, ein NO_x -Anteil von etwa 140 bis 180 mg pro Normalm³ im Rauchgas vorhanden sind, bezogen auf 3 % O_2 im Rauchgas (trocken).

Die Gesetzgeber im In- und Ausland gehen aber zunehmend dazu über, NO_x -Grenzwerte festzusetzen, die deutlich unter den bisher erreichten Werten liegen, z.B. bei 100 mg/m³ Rauchgas. Eine Reduzierung der NO_x -Werte konnte man bisher nur erreichen durch eine Nachbehandlung des Rauchgases oder aber durch Inkaufnahme einer erheblich verringerten Brennereffektivität, z.B. durch Reduzierung der Verbrennungstemperatur.

Demgegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Brenner mit den eingangs genannten Merkmalen zu schaffen, welcher in der Lage ist, trotz Aufrechterhaltung der hohen Brennraumtemperaturen und ohne Rauchgaswäsche ein Rauchgas zu erzeugen, welches erheblich verringerte NO_x -Anteile aufweist.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine Rauchgasrückführung im Öffnungsbereich des Rohres mündet.

Zwar sind Rauchgasrückführungen bei anderen Verbrennungsprozessen im Prinzip bekannt, jedoch nicht für die Brenner, auf welche sich die vorliegende Erfindung bezieht. Dabei kommt es auch darauf an, daß die Rauchgasrückführung im Bereich der Rohröffnung eines solchen Brenners mündet. Dies führt dazu, daß das Rauchgas in dem Venturirohr sehr gut mit der Verbrennungsluft und dem Brennstoff vermischt wird, so daß man hierdurch eine überraschend starke Reduzierung der NO_x -Werte erhält.

Dabei hat es sich für die Erreichung eines möglichst geringen NO_x -Gehaltes als vorteilhaft erwiesen, wenn der Querschnitt der Zufuhröffnung für den Brennstoff höchstens ein Hundertstel des Querschnittes eines zylindrischen Rohrteiles beträgt.

Zweckmäßigerweise hat die Zufuhröffnung kreisförmigen Querschnitt. Bei Einhaltung des vorgenannten Querschnittverhältnisses bedeutet dies, daß der Durchmesser der Zufuhröffnung höchstens ein Zehntel des Innendurchmessers des zylindrischen Rohrteiles beträgt.

Die Zufuhröffnung darf nicht zu klein werden, da ansonsten der austretende Brennstoffstrahl zu dünn ist und damit zu wenig kinetische Energie

hat, um in ausreichendem Maße Verbrennungsluft mitzureißen und unter genügend Überdruck gegenüber dem Brennerraum aus der Brennerdüse auszustoßen.

Wird andererseits die Zufuhröffnung zu groß, so können die NO_x -Werte im Rauchgas wieder ansteigen.

Zur Optimierung des Brenners trägt auch bei, daß im Öffnungsbereich des Rohres ein trichterförmiger Rohransatz vorgesehen ist. Dieser trichterförmige Ansatz hat vorteilhafterweise eine strömungsgünstige, konvex gekrümmte Innenwand.

Auch der Abstand der Zufuhröffnung für den Brennstoff von dem freien Rohrende bzw. dem trichterförmigen Rohransatz stellt einen Optimierungsparameter dar, wobei jedoch diese Zufuhröffnung immer im näheren Bereich der Öffnung des Rohres bzw. des Rohransatzes liegt und in vorteilhafter Weise axial verstellbar ist.

Zur weiteren Reduktion der NO_x -Werte trägt eine Ausführungsform der Erfindung bei, bei welcher die Zufuhreinrichtung neben der Zufuhröffnung für Brennstoff eine weitere Zufuhröffnung für Wasserdampf aufweist. Die zusätzliche Durchmischung des Brennstoff-/Luftgemisches mit Wasserdampf reduziert den NO_x -Anteil nochmals um weitere 20 bis 30 %. Dabei reicht es aus, wenn die Masse des zugeführten Wasserdampfes ein Zehntel der zugeführten Brennstoffmasse beträgt.

Besonders vorteilhaft ist dabei eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher die Wasserstofföffnung ringförmig und konzentrisch zu einer kreisförmigen Brennstofföffnung angeordnet ist. Dies stellt eine gute und gleichförmige Durchmischung über den gesamten Querschnitt des Brennerrohres sicher.

Es versteht sich, daß die erfindungsgemäße Wasserdampfungabe auch ohne das Einhalten des oben erwähnten Länge-zu-Durchmesser-Verhältnisses des Venturirohres bereits zu einer Reduktion der NO_x -Werte beiträgt.

Bisher wurden derartige Brenner eher im Hinblick auf eine möglichst platzsparende, d.h. kurze Ausführungsform gestaltet. Auch der Querschnitt und insbesondere der Querschnittverlauf des Venturirohres wurde variiert, um einen funktionsfähigen Brenner möglichst kurzer Baulänge zu erhalten. Ein Zusammenhang zwischen den Abgaswerten und insbesondere den NO_x -Werten einerseits und dem Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis des Venturirohres andererseits ist dabei jedoch nicht bekannt geworden. Überraschenderweise hat sich nun jedoch herausgestellt, daß beim Einhalten des erfindungsgemäß angegebenen Länge-zu-Durchmesser-Verhältnisses des Venturirohres bzw. eines Teiles von diesem zu einer drastischen Verringerung der NO_x -Werte führt, die bei dem neuen Brenner nur noch bei ca. 100 mg/m³ Rauchgas

liegen und diesen zumindest in Nordrhein-Westfalen in Kürze festgeschriebenen Grenzwert bei optimierten Bedingungen auch unterschreitet.

Dies entspricht gegenüber herkömmlichen Brennern einer NO_x -Reduktion um 30 bis 50 %.

Eine naheliegende Erklärung für die überraschende Wirkung des erfindungsgemäßen Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis ist nicht bekannt. Man kann jedoch vermuten, daß aufgrund der Länge des Venturirohres eine besonders intensive und gute Durchmischung von Brennstoff und Verbrennungsluft stattfindet, die demnach bei kürzeren Brennern weniger gut sein sollte, ohne daß dies jedoch bisher in der Fachwelt erkannt worden wäre.

Bevorzugt wird dabei eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher im Öffnungsbereich des Rohres zwei axial hintereinander ausgerichtete und voneinander beabstandete Trichter vorgesehen sind. Der aus der Zufuhröffnung austretende Brennstoff tritt dabei zunächst axial in den ersten Trichter ein und reißt dabei nach dem Venturiprinzip Verbrennungsluft mit sich, die dann gemeinsam mit dem Brennstoffstrahl auch in den im Abstand dahinterliegenden zweiten Trichter eintritt, der unmittelbar an das Venturirohr anschließt bzw. als trichterförmiger Rohransatz an dem Venturirohr ausgebildet ist. Durch den zwischen den beiden Trichtern gebildeten Ringspalt kann beispielsweise Rauchgas zugeführt werden, das ebenfalls von dem zentralen Brennstoffstrahl durch diesen Ringspalt angesaugt wird. Ebenso kann jedoch auch durch den Ringspalt die Verbrennungsluft angesaugt werden, während das Rauchgas schon in den ersten Trichter angesaugt wird. Der den Ringspalt umgebende Raum ist dabei vorzugsweise nach außen hin abgeschlossen und mit einer Rauchgasrückführleitung verbunden. Auf diese Weise läßt sich die Rauchgaszufuhr am besten steuern.

Erfindungsgemäß ist außerdem vorgesehen, daß im Innern der Brennerdüse Strömungsleitschaufeln vorgesehen sind. Derartige Strömungsleitschaufeln können auch in dem an die Brennerdüse angrenzenden Endbereich des Venturirohres vorgesehen sein, da Venturirohr und Brennerdüse mehr oder weniger kontinuierlich ineinander übergehen und der vor den Austrittsöffnungen der Brennerdüse liegende Teil auch als Teil des Venturirohres betrachtet werden kann.

Der erfindungsgemäße Brenner kann sowohl als Seitenwandbrenner als auch als Bodenbrenner ausgeführt sein. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Typen werden im Zusammenhang mit den bevorzugten Ausführungsformen erläutert.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung dieser bevorzugten Ausführungsformen und der dazuge-

hörigen Figuren. Es zeigen:

Figur 1 eine Seitenansicht der wesentlichen Teile eines Seitenwandbrenners,

Figur 2 im wesentlichen den gleichen Seitenwandbrenner wie in Figur 1 jedoch mit zusätzlicher genauerer Darstellung der Brennstoffzufuhr sowie eines Gehäuses und einer Schalldämmung

Figur 3 das Prinzip eines Seitenwandbrenners mit Rezirkulation von heißem Rauchgas,

Figur 4 die schematische Darstellung eines Bodenbrenners,

Figur 5 einen Seitenwandbrenner mit doppeitem Eingangstrichter,

Figur 6 einen Querschnitt durch eine Bodenbrennerdüse und

Figur 7 eine Draufsicht auf die Bodenbrennerdüse nach Figur 6.

Figur 1 stellt die wesentlichen Elemente des Brenners dar. Dieser besteht im wesentlichen aus einer Brennstoffzufuhreinrichtung 1, einem Brennerrohr oder Venturirohr 5 und einer Brennerdüse 6. Bei der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsform handelt es sich um einen sogenannten Seitenwandbrenner, dessen Düse 6 stirnseitig geschlossen ist und seitliche Schlitze 8 aufweist, von denen in den Figuren 1 und 2 nur einer beispielhaft dargestellt ist. Der Brenner wird in eine entsprechende Öffnung in der Seitenwand eines Ofens eingeschoben und ragt mit seiner Düse 6 soeben in das Innere des Ofens hinein, derart, daß das aus dem Schlitzen 8 der Düse 6 austretende Brennstoffgemisch in einer Flamme dicht an der Seitenwand des Ofens verbrennt. Das Brennerrohr 5 besteht im wesentlichen aus einem Einlaßtrichter 15, einem zylindrischen Abschnitt 5' sowie einer konischen Erweiterung 5'', die wiederum in ein mehr oder weniger zylindrisches Teil übergeht, welches an die Düse 6 anschließt. Als Öffnungsbereich 3 des Rohres 5 wird der Bereich um den Einlaßtrichter 15 herum sowie das Innere desselben bezeichnet. In diesem Öffnungsbereich befindet sich die Brennstoffzufuhreinrichtung 1 bzw. deren Brennstofföffnung 2, die unmittelbar vor, d.h. im Abstand zwischen 0 und 10 mm, der Ebene der Außenkante des Einlaßtrichters 15 angeordnet ist.

Die Zufuhröffnung 2 ist vorzugsweise von kreisförmigem Querschnitt und ist möglichst exakt axial zu dem Rohr 5 ausgerichtet, so daß der austretende Brennstoffstrahl möglichst genau entlang der Achse in das Rohr 5 eintritt. Die Brennstoffdüse der Zufuhreinrichtung 1, in deren Spitze die Zufuhröffnung 2 angeordnet ist, ist in Längsrichtung verschiebbar, so daß ihr Abstand zum Einlaßtrichter 15 geändert werden kann. Gegebenenfalls können auch Justiermittel zur axialen Ausrichtung dieser Brennstoffdüse vorgesehen werden. An den Einlaßtrichter 15 schließt sich ein zylindrischer Rohrteil 5' an, dessen Länge L mindestens

das Siebenfache seines Innendurchmessers D beträgt. Bei den in Figur 1 dargestellten Abmessungen beträgt das Verhältnis von Länge zu Innendurchmesser des Rohrteiles 5' etwa 9.

Der Brennstoff tritt unter einem Druck von einigen Bar, z.B. 2,5 bar, aus der Zufuhröffnung 2 aus und durch den Einlaßtrichter 15 mit relativ hoher Geschwindigkeit und entsprechender kinetischer Energie axial in das Rohr 5 ein und reißt da bei durch die freie, stirnseitige Öffnung des Einlaßtrichters 15 Verbrennungsluft mit sich, welche bereits im Rohrteil 5' turbulent mit dem Brennstoffstrahl vermischt wird und nach dem Durchgang durch die konische Erweiterung 5'' unter reduzierter Geschwindigkeit in die Düse 6 eintritt. Die verbleibende kinetische Energie des Brennstoff-/Luftgemisches reicht für einen geringen Überdruck in der Düse 6 aus, so daß dieses Gemisch in radialer Richtung und parallel zur Seitenwand des Ofens, in welcher der Brenner angeordnet ist, aus den Schlitzen 8 ausströmt und verbrennt. In der Düse 6' bzw. in dem an die Düse 6 anschließenden zylindrischen Endteil des Rohres 5 sind Strömungsleitvorrichtungen 21 angeordnet, die dafür sorgen, daß auch bei Variation der aus der Zufuhröffnung 2 austretenden Brennstoffmenge und -geschwindigkeit eine günstige Anströmung der Schlitze 8 in der Brennerdüse 6 erzielt wird, ohne daß es zu einem sogenannten "Rückschlag", d.h. zu einem Brennvorgang im Innern der Düse und des Rohres 5 kommt.

Der in Figur 2 dargestellte Brenner ist mit dem in Figur 1 dargestellten Brenner im wesentlichen identisch, jedoch sind in Figur 2 einige zusätzliche Bauteile und eine besondere Ausführungsform der Zufuhreinrichtung 1 für den Brennstoff dargestellt. Die außerhalb der Ofenwand liegenden Teile des Brenners sind unterbrochen dargestellt und haben in Wirklichkeit eine Länge, welche dem in Figure 1 dargestellten Brenner entspricht. Der außerhalb der Ofenwand liegende Teil des Rohres 5 ist von einem Gehäuse 14 umgeben, welches an der äußeren Ofenwand befestigbar ist. Dieses Brennergehäuse 14 dient als Zuführung von Sekundärluft und kann über Position 12 reguliert werden. Um das Gehäuse 14 herum und den vorderen Teil der Brennstoffzufuhreinrichtung 1 umschließend ist eine Schalldämmeinrichtung 13 angeordnet, deren Vorderwand 11 fest mit dem Brennergehäuse 14 verbunden ist, so daß daran die Brennstoffzufuhreinrichtung 1 befestigt werden kann. Die Brennstoffzufuhreinrichtung 1 weist eine zentrale Brennstoffleitung 9 auf, welche gestrichelt koaxial im Inneren einer Dampfleitung 10 verläuft. Diese beiden Leitungen 9, 10 münden düsenartig in einer zentralen Brennstofföffnung 2 und einer diese koaxial umgebenden Dampföffnung 7. Mit einer solchen Brennstoffzufuhreinrichtung wird also gleichzeitig mit

dem gasförmigen Brennstoff auch Wasserdampf unter Druck axial in das Brennerrohr 5 eingeblasen. Der Durchmesser der Brennstofföffnung 2 beträgt vorzugsweise etwas weniger als ein Zehntel des Durchmessers D des zylindrischen Rohrteiles 5'. Dies gilt für alle Ausführungsformen der Brennstoffzufuhreinrichtung 1. Da die zugeführte Wasserdampfmenge erheblich geringer sein kann als die zugeführte Brennstoffmenge, kann auch der Querschnitt der die Brennstofföffnung 2 ringförmig umgebenden Dampföffnung 7 klein gehalten werden, so daß der Außendurchmesser der Dampföffnung 7 nur unwesentlich größer ist als der Durchmesser der Brennstofföffnung 2. Bei einem fest vorgegebenen Verhältnis der zuzuführenden Dampfmenge zum zugeführten Brennstoff (Massenverhältnis etwa 1:10) wird durch das Verhältnis des Querschnittes der ringförmigen Dampföffnung 7 zur zentralen Brennstofföffnung 2 auch die Relativgeschwindigkeit zwischen Brennstoffstrahl und Dampfstrahl festgelegt, wobei diese zusätzlich dadurch variiert werden kann, daß Dampf und Gas mit unterschiedlichem Druck zugeführt werden.

Die Figuren 3 und 5 beziehen sich auf eine Ausführungsform der Erfindung mit Rauchgasrezirkulation. In Figur 3 ist schematisch dargestellt, wie durch ein Rauchgasrohr 16 heißes Rauchgas aus dem Feuerraum 17 abgezogen und dem Öffnungsbereich des Rohres 5 des Brenners zugeführt wird. Dabei ist im Öffnungsbereich des Rohres 5 ein Doppeltrichter 15, 15' vorgesehen, dessen genaue Ausführung in Figur 5 zu erkennen ist. Das Rauchgasrohr 16 mündet in einer geschlossenen Kammer 20, die außer der Rauchgasrohrmündung nur eine zentrale Öffnung aufweist, die mit der Öffnung des am Rohrteil 5' ansetzenden Trichters 15 fluchtet. Diese rückwärtige Öffnung der Kammer 20 ist ringförmig, da mit der Achse des Rohres 5 fluchtend ein Trichter 15' in die Kammer 20 eingesetzt ist, so daß in der Rückwand der Kammer 20 (in Strömungsrichtung gesehen) zwischen der Austrittsöffnung des Trichters 15' und der Einlaßöffnung des Trichters 15 ein Ringspalt offen bleibt, durch welchen das Rauchgas in den Trichter 15 und das Rohr 5 einströmen kann. Die Kammer 20 kann zylindrischen Querschnitt haben und im Inneren Strömungsleitschaukeln oder dergleichen aufweisen und so als Rauchgasverteiler wirken, damit die Zuströmung von Rauchgas durch den genannten Ringspalt von allen Seiten her möglichst gleichmäßig erfolgt.

Die Brennstofföffnung der Zufuhreinrichtung 1 entspricht den Ausführungsformen der Figuren 1 oder 2 und ist entsprechenderweise in dichtem Abstand vor der Ebene der Vorderkante des Trichters 15' angeordnet.

Zusätzlich erkennt man in den Figuren 3 und 5 noch ein am Gehäuse 14 angeordnetes Sekundär-

luftregister 18 mit Einlaßöffnungen 19, durch welche außen am Rohr 5 und der Düse 6 vorbei Sekundärluft für die Verbrennung in den Ofenraum 17 zugeführt werden kann.

Die Figuren 4, 6 und 7 beziehen sich auf einen sogenannten Bodenbrenner, dessen Ausführung mit Ausnahme der Brennerdüse 6 den Seitenwandbrennern sehr ähnlich sein kann. Der zylindrische Teil des Rohres 5 des Bodenbrenners ist in Figur 4 noch länger dargestellt als der entsprechende Rohrteil 5' der vorgenannten Seitenwandbrenner und geht praktisch unmittelbar in die Düse 6 über. Der Trichter an der unteren Rohröffnung, die Brennstoffzufuhreinrichtung 1 und ihre relative Anordnung zum Rohr 5 sowie Gehäuse 14, Schalldämmung 16 und die übrigen damit verbundenen Teile sind mit denen der oben erwähnten Seitenwandbrenner weitgehend identisch. Die genaue Gestaltung der Düse 6' des Bodenbrenners ist in den Figuren 6 und 7 zu erkennen. Die Düse 6' hat die Grundform eines flachen Zylindersektors mit einem Öffnungswinkel von etwa 90°, wobei im Mantelbereich dieses Zylindersektors Düsenöffnungen 8' vorgesehen sind, aus welchen das Brennstoff-/Luftgemisch austritt, das gegebenenfalls ebenso wie bei den Seitenwandbrennern zusätzlich mit Rauchgas und/oder Wasserdampf vermischt sein kann. In Figur 4 erkennt man, wie ein solcher Bodenbrenner in einer Bodenvertiefung eines Ofens angeordnet ist, wobei aus Figur 7 zu sehen ist, daß der Bodenbrenner unmittelbar neben einer Wand 22 des Ofens angeordnet ist. Die einzelnen Düsenöffnungen 8' der Düse 6' sind in bestimmten relativen Winkeln zueinander und mit unterschiedlichem Durchmesser in zwei Reihen angeordnet, wie aus Figur 6 und Figur 7 ersichtlich ist. Die spezielle Anordnung gewährleistet eine gewünschte Flammenform und eine gute Steuermöglichkeit des Bodenbrenners. Brenner in den hier beschriebenen Ausführungsformen haben die vorteilhafte Eigenschaft, daß die bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung erzeugten Abgase einen relativ geringen NO_x-Gehalt haben, der besonders gering ist, wenn gleichzeitig mehrere der vorgeschalagene Merkmale verwirklicht werden.

Ansprüche

1. Atmosphärischer Brenner mit einer Zufuhreinrichtung (1) für vorzugsweise gasförmigen Brennstoff, die mindestens eine Zufuhröffnung (2) aufweist, welche im wesentlichen zentral im Öffnungsbereich (3) eines stirnseitig offenen Rohres (5) angeordnet ist, wobei der Brennstoff unter Druck axial in das Rohr (5) einströmt und dabei Verbrennungsluft nach dem Venturiprinzip durch die Rohröffnung (4) ansaugt und gemeinsam mit

der Verbrennungsluft aus einer sich am Ende des Rohres (5) anschließenden Brennerdüse (6) austritt, dadurch gekennzeichnet, daß eine Rauchgasrückführung (16) im Öffnungsbereich des Rohres (5) mündet.

5

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhröffnung (2) kreisförmig ist.

3. Brenner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der Zufuhröffnung (2) höchstens ein Hundertstel der Querschnittsfläche eines zylindrischen Rohrteiles (5') beträgt.

10

4. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungsbereich (3) des Rohres (5) einen trichterförmigen Rohransatz (15) aufweist.

15

5. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhröffnung (2) für den Brennstoff im Öffnungsbereich (3) des Rohres (5) mündet.

20

6. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß neben der Zufuhröffnung (2) für Brennstoff eine weitere Zufuhröffnung (7) für Wasserdampf vorgesehen ist.

7. Brenner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasserdampföffnung (7) ringförmig und konzentrisch zur kreisförmigen Brennstofföffnung (2) angeordnet ist.

25

8. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (5) von seinem Öffnungsbereich (3) ausgehend einen im wesentlichen zylindrischen Rohrteil (5') aufweist, dessen Länge (L) mindestens das Siebenfache seines Innendurchmessers (D) beträgt.

30

9. Brenner nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Öffnungsbereich (3) des Rohres (5) zwei axial hintereinander ausgerichtete und voneinander beabstandete Trichter (15, 15') vorgesehen sind, wobei durch den Brennstoffstrahl, welcher aus der Zufuhröffnung (2) durch die beiden Trichter (15, 15') und in das Rohr (5) einströmt, in den ersten Trichter (15') Verbrennungsluft und in den zweiten Trichter (15) zusätzlich Rauchgas angesaugt wird.

35

40

10. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Innern der Brennerdüse (6) und/oder in dem an die Düse (6) anschließenden Teilstück (5'') des Rohres (5) Leitbleche (21) zur Gasführung vorgesehen sind.

45

11. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß er als Seitenwandbrenner ausgebildet ist.

50

12. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß er als Bodenbrenner ausgestaltet ist.

55

Fig. 1

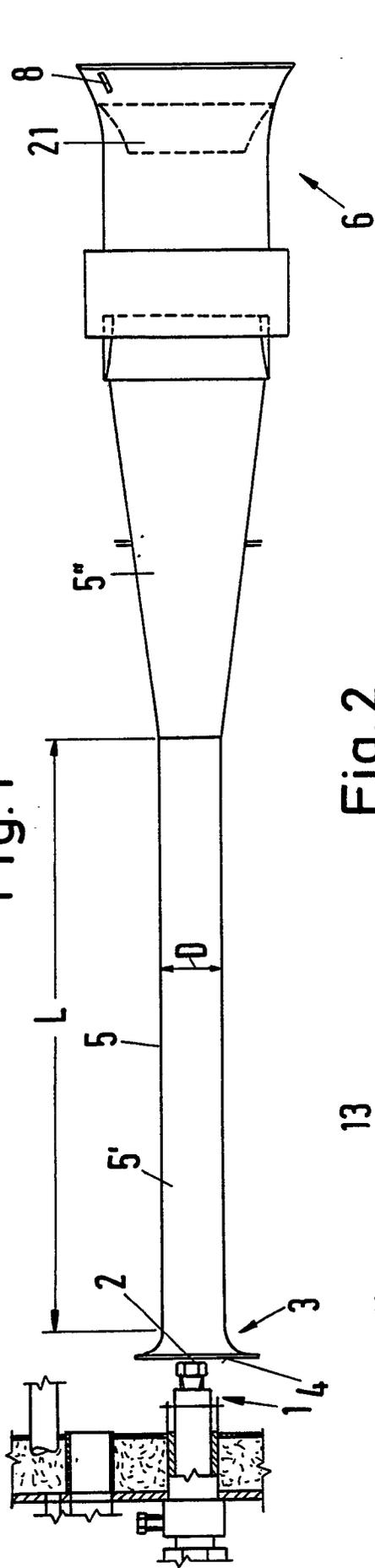


Fig. 2

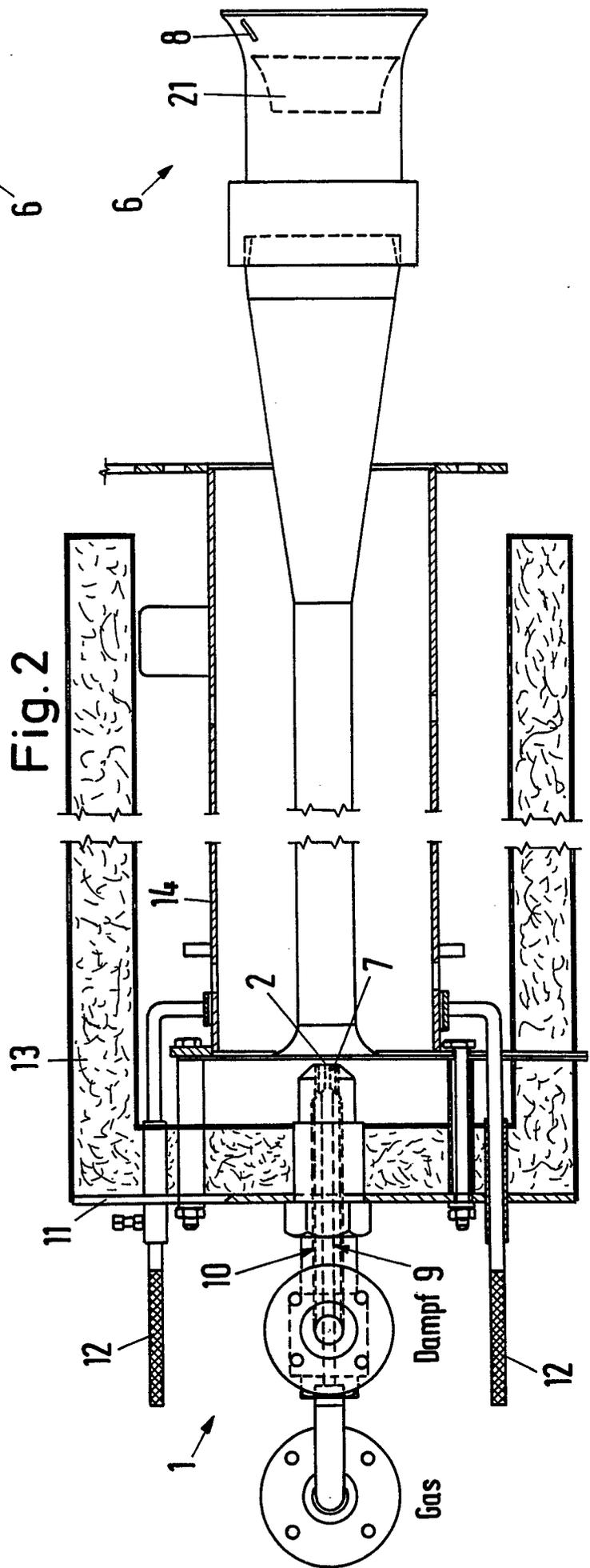


Fig.4

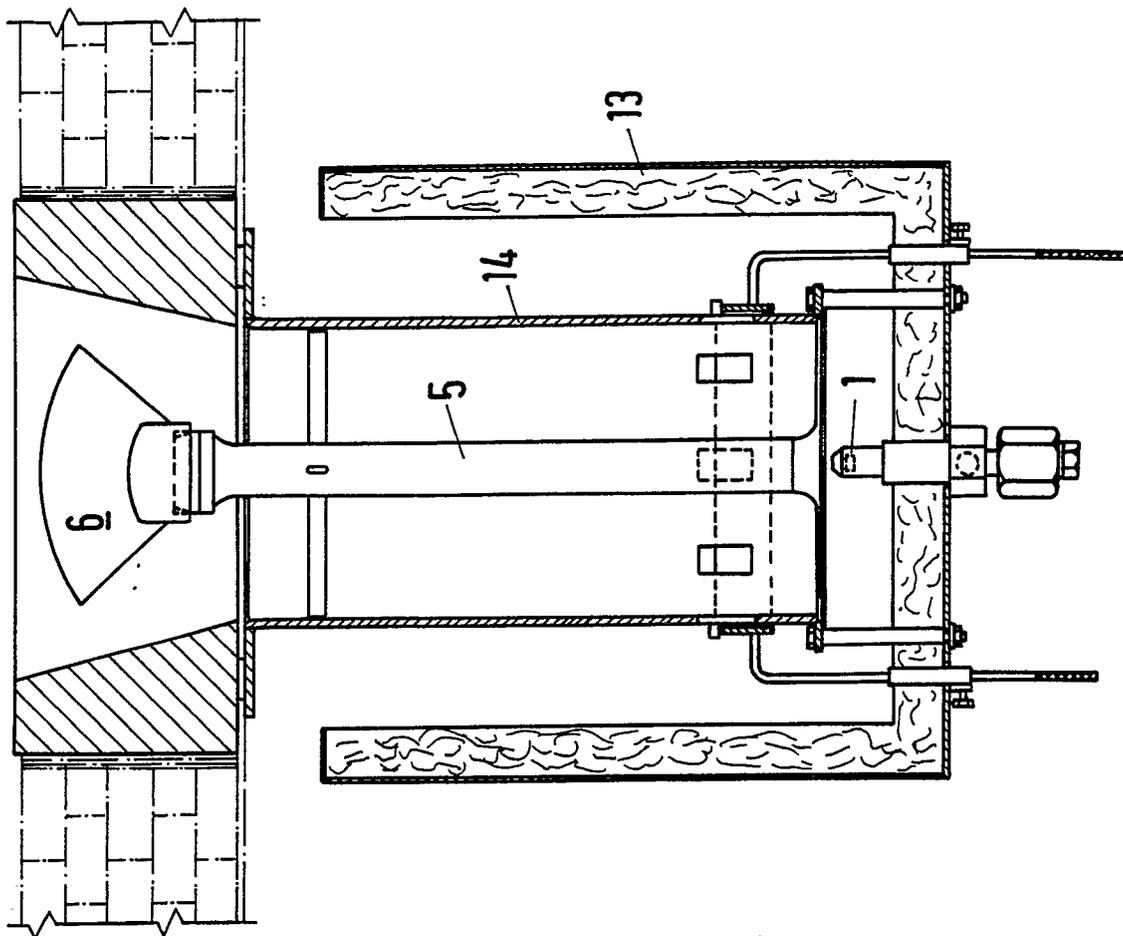


Fig.3

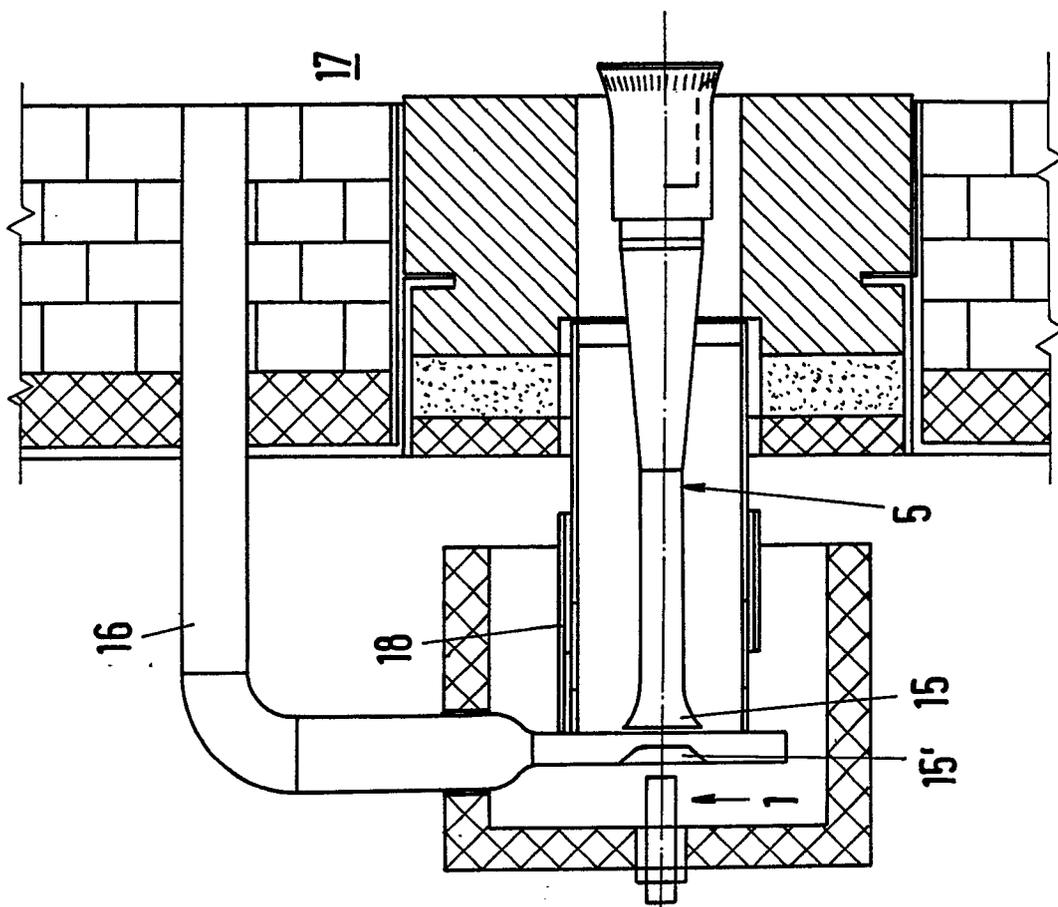


Fig. 5

