

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 1794/2006 (51) Int. Cl.<sup>B</sup>: F23C 99/00 (2006.01)  
F23D 14/82 (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 2006-10-24  
(43) Veröffentlicht am: 2008-07-15

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 10228411C1 DE 19729718A1  
DE 4322109A1 DE 19960093A1  
DE 19943615A1 DE 19729718A1  
DE 10038095C2 DE 4133251C2  
DE 2132819A JP 57-115609A  
JP 59-225211A

(73) Patentanmelder:  
WINDHAGER ZENTRALHEIZUNG  
TECHNIK GMBH  
A-5201 SEEKIRCHEN A.W. (AT)  
(72) Erfinder:  
STOCKER FRANK DIPL.ING.  
ZELTWEG (AT)  
LACKNER AUGUST  
SALZBURG (AT)

(54) **PORENBRENNER, SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES PORENBRENNERS**

(57) Die Erfindung betrifft einen Porenbrenner (1) mit einem Gehäuse (2), welches einen Einlass (3) für ein Brennstoff-Luftgemisch (4) und einen Auslass (5) für das im Brenner entstehende Abgasgemisch (6) aufweist, wobei im Gehäuse (2) in Strömungsrichtung der Prozessgase ein Zündraum (7) mit einer Zündeinrichtung (8) und daran anschließend ein Porenkörper (9) angeordnet sind. Erfindungsgemäß weist der Zündraum (7) einlassseitig ein als Lochplatte ausgeführtes Stabilisatorelement (10) auf, welches den Einlassquerschnitt verringert und die Strömung des Brennstoff-Luftgemisches im Wesentlichen senkrecht auf den Einlassquerschnitt eines keramischen Porenkörpers (9) ausrichtet, wobei der Porenbrenner (1) eine Einrichtung (11) zur Regelung des Massenstroms des Brennstoff-Luftgemisches (4) aufweist, welche zur Verlagerung der Verbrennungszone aus dem Zündraum (7) in den keramischen Porenkörper (9) dient.

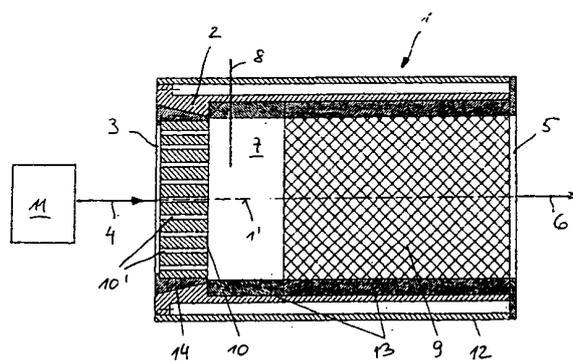


Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Porenbrenner mit einem Gehäuse, welches einen Einlass für ein Brennstoff-Luftgemisch und einen Auslass für das im Brenner entstehende Abgasgemisch aufweist, wobei im Gehäuse in Strömungsrichtung der Prozessgase ein freier Zündraum mit einer Zündeinrichtung und daran anschließend ein Porenkörper angeordnet sind. Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Porenbrenners.

Bei der Verbrennung in porösen, inerten Medien laufen die Verbrennungsreaktionen im Unterschied zur konventionellen Verbrennung in freien Flammen nicht in einer freien Gasströmung ab, sondern innerhalb einer zusammenhängenden Hohlraumstruktur eines inerten Porenkörpers. Die Stabilisierung innerhalb der porösen Matrix wird aufgrund ihrer gegenüber der reinen Gasphase weitaus besseren Wärmetransporteigenschaften möglich. Zwischen Festkörper und Gasphase herrscht annähernd thermisches Gleichgewicht vor, wodurch keine freien Flammen auftreten.

Beim Brennerbetrieb in herkömmlichen Porenbrennern können allgemein folgende Betriebsphasen unterschieden werden:

- Startbetrieb: Im Startbetrieb wird der Brenner durch die heißen Abgase der vor dem Porenkörper ablaufenden freien Verbrennung auf Betriebstemperatur gebracht. Beispielsweise können zur Erzeugung der Startflammen Öldruckzerstäuberdüsen eingesetzt werden.
- Zwischenphase: Die Startphase wird durch eine kurzzeitige Unterbrechung der Brennstoffzufuhr beendet.
- Stationärbetrieb: Bei erneuter Brennstoffzufuhr wird das Brennstoff-Luftgemisch durch Selbstzündung erst im heißen Porenkörper zur Verbrennung gebracht. Die Verbrennungszone ist damit im Porenkörper stabilisiert.

Die DE 102 28 411 C1 beschreibt einen Porenbrenner mit verringerten Startemission, bei welchem nach dem Startbetrieb keine Zwischenphase notwendig ist, in welcher die Brennstoffzufuhr unterbrochen werden muss. Der Brenner weist ein Gehäuse mit einem Einlass für das Brennstoff-Luftgemisch und einen Auslass für die heißen Rauchabgase auf, wobei in einer einlasseitigen Zone ein feinporiges poröses Material und in einer auslasseitigen Zone ein grobporiges poröses Material angeordnet ist. Der Brenner weist weiters eine Verschiebe-Einrichtung auf, mit welcher zwischen der feinporigen und der grobporigen Zone während des Startvorgangs ein freier Zwischenraum hergestellt werden kann. Das Brenngas-Luftgemisch wird während der Startphase durch die feinporige Zone in den porenfreien Zwischenraum geleitet und dort verbrannt. Die durch die Verbrennung im porenfreien Zwischenraum entstehenden Rauchgase wärmen die grobporige, in der Startphase nicht am Verbrennungsprozess beteiligte Region auf Betriebstemperatur auf. Nach der Startphase, wenn die optimalen Verbrennungstemperaturen in der zweiten Zone erreicht sind, wird das grobporige Material wieder an das feinporige Material in der ersten Zone heranbewegt. Nachteilig dabei sind insbesondere die beweglichen Teile im Brenner und deren Betätigungsmittel, welche den Porenbrenner wartungsanfällig machen und bei der Herstellung und im Betrieb verteuern.

Aus der DE 197 29 718 A1 ist in diesem Zusammenhang ein Brennerkörper für einen Brenner für gasförmige Brennstoffe bekannt geworden, wobei in Strömungsrichtung der Prozessgase eingangs des Brenners in einer ersten Zone poröses Material in Form einer "Spaghetti-Keramik" vorgesehen ist. Daran schließt sich eine freie Zündkammer mit einer Zündeinrichtung an, wobei nach der Zündkammer ein Element angeordnet ist, welches aus einer Anzahl nebeneinander angeordneter Wellblechplättchen besteht. Die Flächen der einzelnen Plättchen stehen dabei parallel zur Strömungsrichtung des Gas-Luftgemisches. Beim Betrieb des Brenners entzündet sich das Gas-Luftgemisch zunächst in der offenen Zündkammer, wobei die Flammenfront unter Erwärmung des Elementes bestehend aus den Wellblechplättchen stromabwärts wandert und sich in diesem Material stabilisiert.

Weiters zeigt die DE 43 22 109 A1 einen Brenner, bei welchem der Brennraum mit einem porösen Material gefüllt ist, dessen Porosität sich längs des Brennraums so ändert, dass die Porengröße in Flussrichtung der Prozessgase zunimmt, sodass sich an einer Grenzfläche oder in einer bestimmten Zone des porösen Materials für die Porengröße und damit für die Flammenentwicklung optimale Parameter ergeben, bei der eine Flamme entstehen kann. Die Flammenstabilisierung erfolgt somit am Übergang zwischen einem klein- und einem großporigen Porenkörper.

Aus der DE 199 43 615 A1 ist ein Brenner insbesondere für Heizungsanlagen bekannt, dessen zulaufseitig von einer Rückschlagsicherung begrenzte Brennkammer von einem Porenkörper ausgefüllt ist, der aus miteinander verbundenen Drähten aus hochtemperaturfestem Material gefertigt ist, in deren zusammenhängenden Hohlräumen die Reaktion der Verbrennungskomponenten stattfindet. Der poröse Körper besteht somit aus ineinandergreifenden Drahtwendeln größerer Drahtstärke, die eine längere Lebensdauer des Brenners gewährleisten. Die Zündeinrichtung ist in einem seitlichen Ringraum radial außerhalb der Drahtwendeln angeordnet.

Aus der DE 100 38 095 C2 ist ein Festkörperbrenner bekannt, welcher auf einem mit Durchgangsöffnungen für das Brenngas/Luft-Gemisch versehenen Träger einen Porenkörper, beispielsweise aus einem keramischen Körper oder aus einem hochtemperaturfesten Gestrick, aufweist, in welchem sich eine Flammenfront ausbildet. Der Porenkörper liegt direkt auf dem Träger mit den Durchgangsöffnungen auf, wobei in einem Teilbereich der Grenzfläche ein zum Teil innerhalb des Trägers ausgebildeter Hohlraum vorgesehen ist, in welchem eine Sonde zur Flammendetektion angeordnet ist.

Aus der JP 57-115 609 A ist eine Heizeinrichtung für einen Katalysator bekannt, bei welchem mehrere katalytische Schichten dicht hintereinander angeordnet sind. Die freien Strömungsflächen stromabwärts werden immer kleiner, um so eine größere Kontaktfläche für das sich stromabwärts ausdehnende Gasgemisch zu schaffen. Das Gasgemisch wird durch einen Einlass in den Brenner eingebracht und strömt durch eine Verteilerplatte. Die katalytische Verbrennung wird durch eine Zündeinrichtung eingeleitet, wobei das Gasgemisch an den katalytischen Schichten ausbrennt und abschließend in einen Wärmetauscherbereich abströmt. Ähnliche Merkmale weist ein katalytischer Brenner gemäß JP 59-225 211 A auf.

Aus der DE 21 32 819 A ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur flammenlosen Verbrennung von gas- oder dampfförmigen Brennstoff/Luft-Gemischen bekannt. Die Vorrichtung weist eine Vermischungskammer mit Zuleitungen für Luft und den Brennstoff auf, wobei die Vermischungskammer ausgangsseitig einen Sinterlochstein aus hochporösem, hochschmelzendem Material aufweist, das mit einer Vielzahl von vorzugsweise parallel zueinander angeordneten Durchtrittsöffnungen versehen ist. In die Vermischungskammer ragt weiters ein Glühkopf einer Zündeinrichtung, so dass das Brennstoff/Luft-Gemisch in Strömungsrichtung vor dem Sinterlochstein gezündet und durch eine Steigerung des Gemischdurchsatzes in den Sinterlochstein hineingedrückt wird. In weiteren Ausführungsvarianten der DE 21 32 819 A wird die Anordnung von mehreren Sinterlochsteinen in Strömungsrichtung hintereinander beschrieben, wobei jedoch die der Erfindung zu Grunde liegende Abfolge von Merkmalen, nämlich keramische Lochplatte, freier Zündraum, keramischer Porenkörper, nicht geoffenbart ist.

Schließlich beschreibt die DE 199 60 093 A1 einen Gasbrenner und ein Verfahren zum flammenlosen Verbrennen eines Gas-Luftgemisches. Der Brenner besteht aus einer hohlzylindrischen Lochplatte und einem konzentrisch darüber und im Abstand dazu angeordneten Porenkörper. Das Brenngas wird in den Hohlraum zwischen der hohlzylindrischen Lochplatte und dem Porenkörper eingeleitet, die benötigte Verbrennungsluft direkt in die hohlzylindrische Lochplatte. Die Reaktionszone dieses Gasbrenners liegt permanent im Hohlraum.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Porenbrenner der eingangs beschriebenen Art sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb derart zu verbessern, dass der Brenner möglichst keine bewegli-

chen Teile aufweist und ein schadstoffarmer Betrieb sowohl in der Startphase als auch im Stationärbetrieb gegeben ist. Weiters soll ein derartiges Brennerkonzept sowohl für Gas- als auch für Ölbrenner anwendbar sein, wobei der Übergang von der Startphase zum Stationärbetrieb problemlos steuerbar sein soll.

5

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der Zündraum einlassseitig ein als Lochplatte ausgeführtes Stabilisatorelement aufweist, welches den Einlassquerschnitt verringert und die Strömung des Brennstoff-Luftgemisches im Wesentlichen senkrecht auf den Einlassquerschnitt eines keramischen Porenkörpers ausrichtet, sowie dass der Porenbrenner zur Verlagerung der Verbrennungszone in den keramischen Porenkörper eine Einrichtung zur Regelung des Massenstroms des Brennstoff-Luftgemisches aufweist.

10

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb eines derartigen Brenners, welcher in Strömungsrichtung des Brennstoff-Luftgemisches vor einem Porenkörper einen Zündraum mit einer Zündeinrichtung aufweist, zeichnet sich durch folgende Schritte aus:

15

- Im Wesentlichen senkrechte Ausrichtung und Beschleunigung des Brennstoff-Luftgemisches durch eine Lochplatte eingangs des Zündraums;
- Zündung des Brennstoff-Luftgemisches im Zündraum und Stabilisierung einer Flammenfront in einer Verbrennungszone an der dem Porenkörper zugewandten Seite der Lochplatte; sowie
- Erhöhung des Massenstroms des Brennstoff-Luftgemisches und Verlagerung der Verbrennungszone in den Porenkörper.

20

25

Im Falle eines Ölbrenners wird das Brennstoff-Luftgemisch in einer der Lochplatte vorgelagerten, vorzugsweise heizbaren Mischkammer aufbereitet.

Erfindungsgemäß besteht das Stabilisatorelement aus einer keramischen Lochplatte, wobei diese einen Strömungsquerschnitt aufweist, welcher 10 bis 30%, vorzugsweise 15 bis 20%, des freien Strömungsquerschnittes des Porenbrenners beträgt.

30

Das Funktionsprinzip des erfindungsgemäßen Porenbrenners wird im Folgenden anhand eines Ölbrenners beschrieben.

35

Die Aufbereitung der Verbrennungsluft und des Brennstoffs, also die Erwärmung beider Komponenten bis zur Zieltemperatur und die Verdampfung des Öls, erfolgt in einer dem eigentlichen Porenbrenner vorgeschalteten Mischkammer (siehe beispielsweise AT 408 904 B). Das dort erzeugte, verwirbelte Öldampf-Luftgemisch durchströmt anschließend die keramische Lochplatte, die einen wesentlich kleineren Strömungsquerschnitt aufweist als der Porenbrenner, sodass das Brennstoff-Luftgemisch beschleunigt und bei einem zylindrischen Brenner achsparallel ausgerichtet wird.

40

Während des Startbetriebes wird der Brenner mit kleiner Leistung und niedriger Luftzahl (z.B.  $\lambda=1,1$ ) betrieben, woraus sich ein geringer Massenstrom des Brennstoff-Luftgemisches und damit eine geringe Austrittsgeschwindigkeit an der keramischen Lochplatte ergibt. Mit zunehmenden Prozesstemperaturen steigen auch die jeweiligen Flammengeschwindigkeiten und die Verbrennungszone wandert von der Zündstelle stromauf in Richtung der Lochplatte. Es bildet sich eine aus mehreren Einzelflammen bestehende Flammenfront, die durch die Lochplatte stabilisiert wird. Die durch die Verbrennung gebildeten heißen Rauchgase durchströmen den Porenkörper und heizen diesen auf. In weiterer Folge wird nun die Luftzahl  $\lambda$  bei konstanter Leistung des Brenners erhöht, wodurch der Gemischmassenstrom und damit die Austrittsgeschwindigkeit des Brennstoff-Luftgemisches ansteigen. Die Verbrennungszone wird nun stromab in den Porenkörper getragen und dort stabilisiert. Gleichzeitig ist damit der Stationärzustand des Brenners erreicht. Anschließend kann die gewünschte Stationärleistung mit entsprechender Grenzluftzahl eingestellt werden. Unter der Grenzluftzahl ist jene notwendige Verbrennungs-

50

55

luftmenge zu verstehen, bei der die vollständige Überführung bzw. Stabilisierung der Verbrennungszone in den bzw. im Porenkörper erreicht ist und bei der sämtliche vorgeschriebenen Schadstoffgrenzwerte unterschritten sind.

5 Als Beispiel wird der Betriebsablauf für einen Ölbrenner (z.B. Ölbrenner für Heizöl Extra Leicht) mit einem Leistungsbereich von 2 bis 16 KW beschrieben.

- 10 • Vorwärmung der Mischkammer: Zunächst wird die Mischkammer durch die elektrische Heizung auf eine Temperatur von 350°C vorgewärmt. Ab einer Mischkammertemperatur von 230°C wird Verbrennungsluft zugeführt, wodurch Verbrennungsrückstände aus dem Porenkörper gespült werden. Bei einer Mischkammertemperatur von 345°C wird die Hochspannungsfunkenzündung aktiviert.
- 15 • Startbetrieb (Zündung und Aufheizen des Porenkörpers): Bei 350°C wird das Brennstoff-Luftgemisch zunächst mit einer Luftzahl von  $\lambda=1,1$  (bei einer Brennerleistung von 5,5 KW) zugeführt, und im Zündraum durch die Hochspannungsfunkenzündung zur Entzündung gebracht. Die Verbrennungszone wandert anschließend mit zunehmender Flammentemperatur stromauf in Richtung der keramischen Lochplatte und bildet an der dem Porenkörper zugewandten Seite der Lochplatte eine Flammenfront aus. Der Porenkörper wird durch die heißen Rauchgase aufgeheizt.
- 20 • Überleitung der Verbrennungszone: Danach wird die Luftzahl auf  $\lambda>1,1$  erhöht. In Folge des erhöhten Massenstroms des Gemisches erhöht sich folglich auch die Austrittsgeschwindigkeit. Die durch die Lochplatte stabilisierte Flammenfront wird instabil und die Verbrennungszone schließlich in den Porenkörper getragen.
- 25 • Stationärbetrieb: Danach wird der Brenner auf die gewünschte Stationärleistung geregelt. Die notwendigen Luftzahlen sind dabei in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Leistung zu wählen.

30 Neben den beschriebenen Aufgaben der Stabilisierung bzw. der Destabilisierung der Startflammen hat die keramische Lochplatte darüber hinaus noch folgende Funktionen:

- 35 • Flammenrückschlagsicherung;
- Ausrichtung der ursprünglich zirkularen Strömung des Brennstoff-Luftgemisches im Wesentlichen senkrecht auf den Einlassquerschnitt des Porenkörpers;
- Schutz der Mischkammer vor Überhitzung infolge der Rückstrahlung aus dem Porenkörper.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

40 Es zeigen: Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Porenbrenner in einem Längsschnitt. Fig. 2 eine Ausführungsvariante des Porenbrenners nach Fig. 1 mit einer vorgesetzten Mischkammer, in einer Schnittdarstellung, Fig. 3 ein Diagramm, in welchem die Abhängigkeit der Grenzluftzahl  $\lambda_k$  von der Wärmeleistung des Porenbrenners dargestellt ist, sowie Fig. 4 eine Variante des Porenbrenners gemäß Fig. 2.

45 Der in Fig. 1 dargestellte Porenbrenner 1 (beispielsweise ein Gasbrenner) weist ein Gehäuse 2 mit einem Einlass 3 für einen Brennstoff-Luftgemisch 4 und einem Auslass 5 für das im Brenner gebildete Abgasgemisch 6 auf, wobei im Gehäuse 2 in Strömungsrichtung der Prozessgase ein Zündraum 7 mit einer Zündeinrichtung 8 und daran anschließend ein keramischer Porenkörper 9 angeordnet sind. Der Zündraum 7 wird einlassseitig durch ein Stabilisatorelement 10, eine keramische Lochplatte, begrenzt, welche den Einlassquerschnitt verringert und die Strömung des Brennstoff-Luftgemisches 4 im Wesentlichen senkrecht auf den Einlassquerschnitt des Porenkörpers 9 ausrichtet. Im dargestellten Beispiel eines zylindrischen Porenbrenners erfolgt die Ausrichtung des Brennstoff-Luftgemisches parallel zur Achse 1' des Porenbrenners 1. Weite-  
50 ters weist der Porenbrenner 1 eine Einrichtung 11 zur Regelung des Massenstroms des Brenn-  
55

stoff-Luftgemisches 4 auf, beispielsweise ein dem Brenner vorgeschaltetes Druckgebläse oder ein nachgeschaltetes Sauggebläse. Die Regelung erfolgt bevorzugt dadurch, dass zur Erhöhung des Massenstroms des Brennstoff-Luftgemisches 4 am Übergang von der Startphase zum Stationärbetrieb die Luftzahl  $\lambda$  erhöht wird.

5

Das Gehäuse 2 des Porenbrenners 1 besteht im Wesentlichen aus einem wassergekühlten Brennröhr 12, welches mit einem Wärmedämmmantel 13 ausgekleidet ist. Die keramische Lochplatte 10 wird mit Hilfe eines konischen Spannringes 14 in einer konischen Aufnahme am Einlass 3 des Porenbrenners 1 befestigt.

10

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Öl-Porenbrenner ist in Strömungsrichtung der Prozessgase vor dem Stabilisatorelement 10 eine vorzugsweise beheizbare Mischkammer 15 zur Aufbereitung der Verbrennungsluft und eines flüssigen Brennstoffs angeordnet. Das Heizelement 16 der mit einem Zwischenring 17 am wassergekühlten Brennröhr 12 befestigten Mischkammer 15 ist im Bereich der Einlassöffnung 18 angeordnet.

15

Die nachstehenden Material- und Zahlenangaben beziehen sich auf ein konkretes Ausführungsbeispiel eines Ölbrenners und haben keine einschränkende Wirkung auf die gegenständliche Erfindung.

20

Der Porenkörper 9 in welchem Prozesstemperaturen zwischen 1500 und 1800°C erreicht werden können, entspricht im Aufbau und Material den in der Porenbrennertechnik eingesetzten Standardmodellen. Beispielsweise kann eine Wellkeramik aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  eingesetzt werden. Der Porenkörper kann auch aus  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  und anderen Hochtemperaturkeramiken bestehen. Der Wärmedämmmantel weist beispielsweise eine Dicke von 5 mm auf und besteht aus einem Material mit geringer Wärmeleitfähigkeit (z.B. 0,85 W/mK bei 745°C), kleinem Ausdehnungskoeffizienten (z.B.  $0,9 \cdot 10^{-6}$  1/K) und einer Porosität von 20%. Als Stabilisatorelement 10 wird eine kreisrund ausgeführte, keramische Giesfilterlochplatte mit einem Außendurchmesser von 67 mm, einer Dicke von 22 mm und einer reduzierten freien Querschnittsfläche von 689mm<sup>2</sup> verwendet, wobei die einzelnen Bohrungen 10' der Platte einen Durchmesser von 2,19 mm aufweisen. Die axiale Ausrichtung des Brennstoff-Luftgemisches wird durch die relativ langen, axialen Bohrungen 10' erzielt, wobei der Durchmesser der Bohrungen 10' in der Lochplatte 10 derart bemessen ist, dass eine Flammenlöschung im Falle eines Flammenrückschlages erfolgt. Der Durchmesser der Bohrungen 10' beträgt beispielsweise 8 bis 15%, vorzugsweise ca. 10%, der Dicke der Lochplatte (10).

25

30

35

Die runde keramische Lochplatte 10 ist beim dargestellten Beispiel in einen konischen Spannring aus Messing eingearbeitet und mit diesem am Einlass 3 des Brennröhrs 12 befestigt. Der konische Spannring 14 wird durch den Zwischenring 17 in die konische Aufnahme des Brennröhrs 12 gepresst und dort fixiert. Es ist auch möglich, eine Lochplatte mit konischem Rand herzustellen, welche direkt in die konische Aufnahme des Brennröhrs 12 eingesetzt werden kann. Das gesamte Aufnehmersystem wird aufgrund der Wasserkühlung im Brennröhr 12 nahezu wärmedehnungsfrei gehalten, wodurch das Stabilisatorelement 10 auch höchsten Temperaturbelastungen standhalten kann. Gleichzeitig wird durch die Wasserkühlung eine Überhitzung des Stabilisatorelementes 10 und eine unerwünschte, vorzeitige Selbstzündung des Brennstoff-Luftgemisches ausgeschlossen.

40

45

Die Verlagerung der Verbrennungszone von der dem Zündraum 7 zugewandten Seite der Lochplatte 10 in den Porenkörper 9 basiert auf einer Destabilisierung der Startflammen. Dies wird dann erreicht, wenn an allen Stellen der Flammenfront die Strömungsgeschwindigkeit die Flammengeschwindigkeit übertrifft. Während nun im hohen Leistungsbereich des Brenners bereits mit geringen Luftzahlen ausreichend hohe Gesamtmassenströme erreicht werden, sind dazu mit abnehmender Brennerleistung aufgrund der damit verbundenen geringer werdenden Brennstoffmassenströme immer höhere Verbrennungsluftanteile im Gemisch notwendig. Somit definiert sich eine leistungsabhängige Grenzluftzahl  $\lambda_k$  gemäß Fig. 3.

50

55

Bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 4 ist die Lochplatte 10 zweiteilig ausgeführt und wird durch zwei Spannflansche 19, 19' und Spannbacken 20 fixiert. Der vordere Spannflansch 19 dient gleichzeitig als Auflage für die Mischkammer 15.

5

### Patentansprüche:

1. Porenbrenner (1) mit einem Gehäuse (2), welches einen Einlass (3) für ein Brennstoff-Luftgemisch (4) und einen Auslass (5) für das im Brenner entstehende Abgasgemisch (6) aufweist, wobei im Gehäuse (2) in Strömungsrichtung der Prozessgase ein freier Zündraum (7) mit einer Zündeinrichtung (8) und daran anschließend ein Porenkörper (9) angeordnet sind, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Zündraum (7) einlassseitig ein als Lochplatte ausgeführtes Stabilisatorelement (10) aufweist, welches den Einlassquerschnitt verringert und die Strömung des Brennstoff-Luftgemisches im Wesentlichen senkrecht auf den Einlassquerschnitt eines keramischen Porenkörpers (9) ausrichtet, sowie dass der Porenbrenner (1) zur Verlagerung der Verbrennungszone in den keramischen Porenkörper (9) eine Einrichtung (11) zur Regelung des Massenstroms des Brennstoff-Luftgemisches (4) aufweist.
2. Porenbrenner (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass in Strömungsrichtung der Prozessgase vor dem Stabilisatorelement (10) eine vorzugsweise beheizbare Mischkammer (15) zur Aufbereitung der Verbrennungsluft und eines flüssigen Brennstoffs, beispielsweise Öl, angeordnet ist.
3. Porenbrenner (1) nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Stabilisatorelement (10) aus einer keramischen Lochplatte besteht.
4. Porenbrenner nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die keramische Lochplatte (10) einen Strömungsquerschnitt aufweist, welcher 10 bis 30%, vorzugsweise 15 bis 20%, des freien Strömungsquerschnittes des Porenbrenners beträgt.
5. Porenbrenner nach Anspruch 3 oder 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Durchmesser der Bohrungen (10') in der Lochplatte (10) derart bemessen ist, dass eine Flammenlöschung im Falle eines Flammenrückschlages erfolgt, wobei der Durchmesser der Bohrungen (10') 8 bis 15%, vorzugsweise ca. 10%, der Dicke der Lochplatte (10) beträgt.
6. Porenbrenner nach Anspruch 3 oder 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die keramische Lochplatte (10) mit Hilfe eines beispielsweise konischen Spannrings (14) am Einlass (3) des Porenbrenners (1) befestigt ist.
7. Verfahren zum Betrieb eines Porenbrenners, welcher in Strömungsrichtung des Brennstoff-Luftgemisches vor einem Porenkörper einen Zündraum mit einer Zündeinrichtung aufweist, *gekennzeichnet durch* folgende Schritte:
  - Ausrichtung der Strömung des Brennstoff-Luftgemisches im Wesentlichen senkrecht auf den Einlassquerschnitt des Porenkörpers und Beschleunigung des Brennstoff-Luftgemisches durch eine Lochplatte eingangs des Zündraums;
  - Zündung des Brennstoff-Luftgemisches im Zündraum und Stabilisierung einer Flammenfront in einer Verbrennungszone an der dem Porenkörper zugewandten Seite der Lochplatte; sowie
  - Erhöhung des Massenstroms des Brennstoff-Luftgemisches und Verlagerung der Verbrennungszone in den Porenkörper.
8. Verfahren nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei der Verwendung flüssiger Brennstoffe das Brennstoff-Luftgemisch in einer der Lochplatte vorgelagerten, vorzugsweise heizbaren Mischkammer aufbereitet wird.

55

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Erhöhung des Massenstroms des Brennstoff-Luftgemisches am Übergang von der Startphase zum Stationärbetrieb die Luftzahl  $\lambda$  erhöht wird.

5

**Hiezu 2 Blatt Zeichnungen**

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

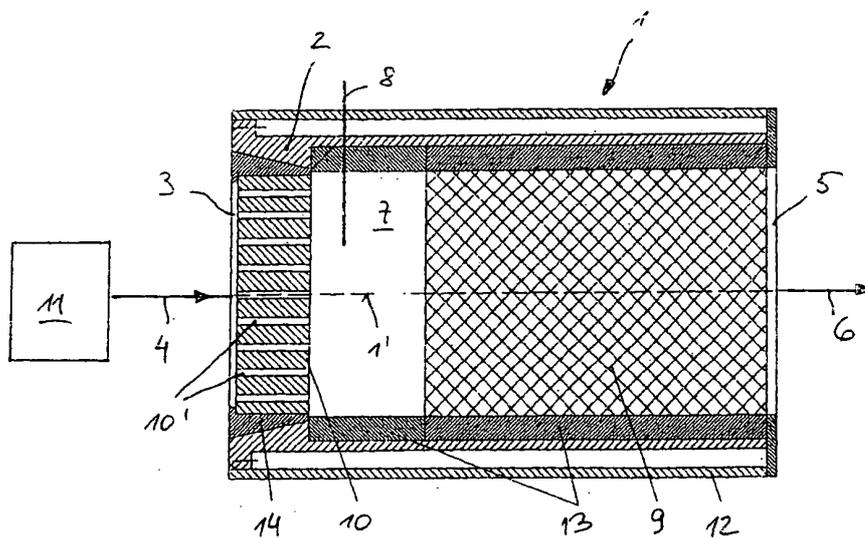


Fig. 1

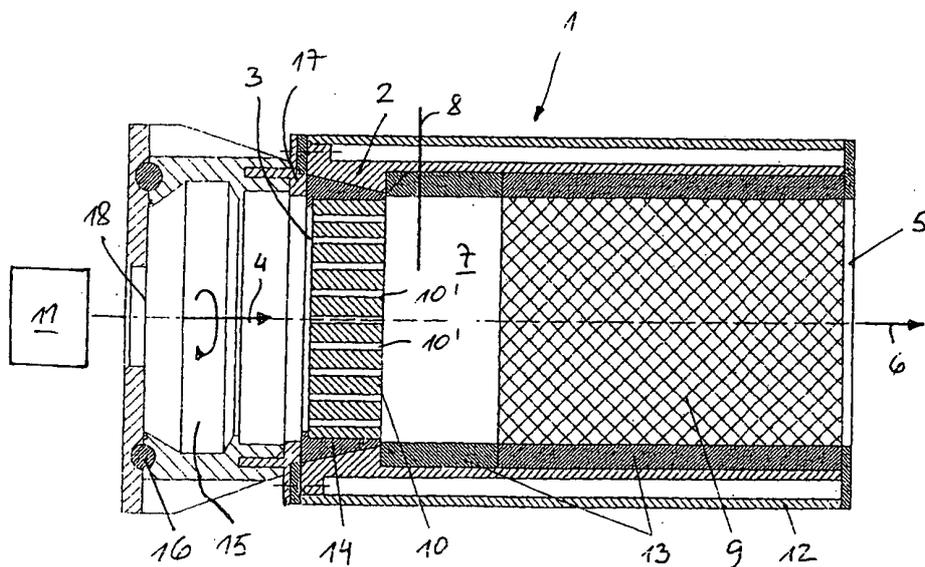


Fig. 2

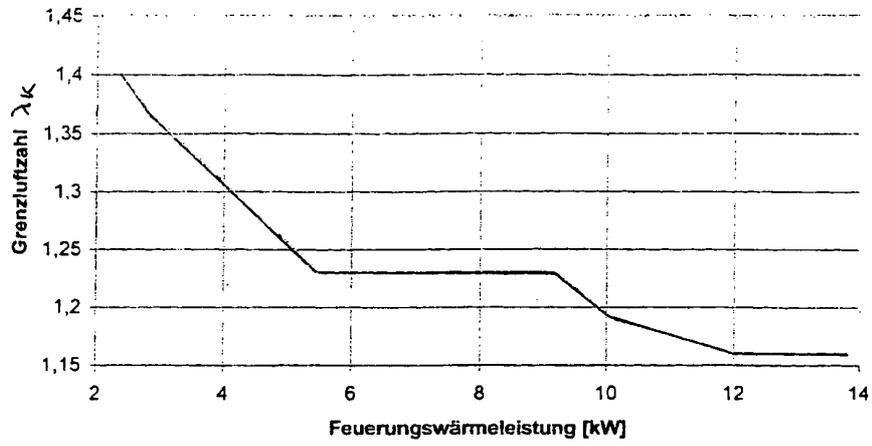


Fig. 3

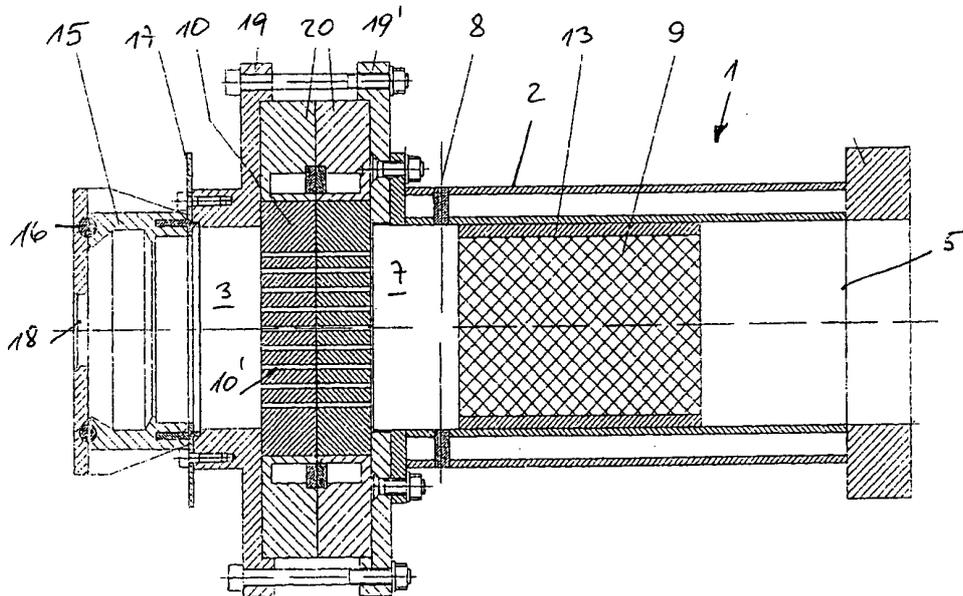


Fig. 4