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

(11) **EP 1 653 153 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
**25.01.2012 Patentblatt 2012/04**

(51) Int Cl.:
***F23D 11/40*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04025624.0**

(22) Anmeldetag: **28.10.2004**

# (54) Flammrohr für einen Brenner zur Heissgaserzeugung sowie Verfahren zum Herstellen eines solchen Flammrohrs

Flame tube for a hot gas generating burner and method for manufacturing such a flame tube

Tube foyer pour un brûleur à gaz chauds et procédé de fabrication d'un tel tube

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
**03.05.2006 Patentblatt 2006/18**

(73) Patentinhaber: **Kärcher Futuretech GmbH**
**71409 Schwaikheim (DE)**

(72) Erfinder:
- **Erwin Merz**
  **71334 Waiblingen (DE)**
- **Michael Böhm**
  **71560 Sulzbach (DE)**

(74) Vertreter: **Duhme, Torsten et al**
**Witte, Weller & Partner**
**Patentanwälte**
**Postfach 10 54 62**
**70047 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 4 232 181** **DE-A1- 4 244 400**
**DE-U- 9 321 525** **DE-U- 20 020 441**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 653 153 B1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Flammrohr für einen Brenner zur Heißgaserzeugung, mit einem Hohlkörper, der einen zumindest teilweise umschlossenen Brennraum ausbildet, wobei der Hohlkörper ein erstes Ende besitzt, das zum Anschluss an eine Flammenerzeugungseinheit ausgebildet ist, und wobei der Hohlkörper eine Mantelfläche besitzt, an der zumindest ein Zweigrohr angeordnet ist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Herstellen eines Flammrohrs für einen Brenner zur Heißgaserzeugung, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Hohlkörpers, der einen zumindest teilweise umschlossenen Brennraum ausbildet, wobei der Hohlkörper ein erstes Ende besitzt, das zum Anschluss an eine Flammenerzeugungseinheit ausgebildet wird, und

- Anordnen von zumindest einem Zweigrohr an einer Mantelfläche des Hohlkörpers.

**[0003]** Ein solches Flammrohr und ein solches Verfahren sind beispielsweise aus DE 42 44 400 A1 bekannt.

**[0004]** Darüber hinaus vertreibt die Anmelderin Flammrohre der zuvor genannten Art bereits zusammen mit mobilen Feldküchen und mobilen Kochmodulen für derartige Feldküchen.

**[0005]** Mobile Feldküchen werden vor allem dann benötigt, wenn eine große Anzahl von Menschen über einen längeren Zeitraum hinweg abseits der Zivilisation verpflegt werden muss. Klassische Anwendungsfälle sind militärische Übungen oder Einsätze von größeren Truppenverbänden, aber auch humanitäre Anwendungen, beispielsweise bei der Katastrophenhilfe in einem Erdbebengebiet. Die Feldküchen müssen für derartige Einsätze mobil und vor allem robust sein. Dies beinhaltet, dass die Feldküchen auch unter stark wechselnden Anforderungen und schwierigen Gegebenheiten transportiert, aufgebaut und betrieben werden können. Beispielsweise muss ein Transport auf einem Fahrzeug auch in unwegsamem Gelände möglich sein, was entsprechende Stöße und mechanische Belastungen zur Folge haben kann. Darüber hinaus müssen die mobilen Feldküchen sowohl in heißen Umgebungen, beispielsweise in der Wüste, als auch in sehr kalten Umgebungen, beispielsweise im Winter im Hochgebirge, zuverlässig arbeiten. Andererseits ist es wünschenswert, dass die mobilen Feldküchen trotz der zuvor genannten Anforderungen eine professionelle und abwechslungsreiche Zubereitung von Speisen für eine Vielzahl von Personen ermöglichen.

**[0006]** Die vorliegende Anmelderin vertreibt derartige Feldküchen sowie Kochmodule für solche Anwendungen. In der Regel kommen dabei Diesel- oder Vielstoffbrenner zum Einsatz, um die Kochstellen zu erhitzen. Die Brenner müssen mit Treibstoffen wechselnder Qualität betrieben werden können, und darüber hinaus einen zuverlässigen Betrieb unter den zuvor genannten Rahmenbedingungen ermöglichen. Außerdem wird eine hohe Wärmeleistung benötigt, um großflächige Kochstellen für die Zubereitung großer Mengen an Speisen zu beheizen.

**[0007]** Bislang benutzte die Anmelderin für ihre mobilen Feldküchen und Kochstellen ein Flammrohr mit einem Hohlkörper, an dem 15 Zweigrohre angeschweißt waren. Die Zweigrohre dienen zum Abführen des im Hohlkörper erzeugten Heißgases (Rauchgases), und sie sind so angeordnet, dass das ausströmende Heißgas ein umgebendes Luftvolumen und/oder eine Kochplatte, eine Grillplatte, ein Wasserbad oder dergleichen beheizt.

**[0008]** Die bislang verwendeten Flammrohre haben allerdings eine begrenzte Nutzungs- bzw. Lebensdauer, insbesondere beim Einsatz unter wechselnden, rauen Bedingungen. Es hat sich gezeigt, dass das durch die Zweigrohre geführte Heißgas um die Zweigrohre herum zu einer Verzunderung bis hin zu einer vollständigen Materialauflösung führt. Nach längerem Betrieb der bislang verwendeten Flammrohre entstehen um die Zweigrohre herum Löcher und teilweise fallen Zweigrohre regelrecht nach innen in das Flammrohr hinein. Darüber hinaus ist die Herstellung der bislang verwendeten Flammrohre relativ aufwändig und dementsprechend teuer, da 15 Zweigrohre einzeln an die Mantelfläche des Hohlkörpers angeschweißt werden mussten.

**[0009]** Um die Investitions- und Betriebskosten der Feldküchen und Kochmodule zu senken, besteht der Wunsch nach einem Flammrohr, das eine längere Nutzungsdauer bei geringeren Herstellungskosten ermöglicht.

**[0010]** Aus der eingangs genannten DE 42 44 400 A1 ist ein Brenner mit einem Flammrohr bekannt, dessen Mantelfläche von Zweigrohren durchsetzt ist. Die Zweigrohre dienen in diesem Fall nicht zum Abführen von Rauchgas aus dem Brennraum des Hohlkörpers, sondern im Gegenteil zum erneuten Zuführen (Rückführen) von Rauchgas, das bereits aus dem Flammrohr ausgetreten ist. Dieses Zurückführen von Rauchgas nennt man Rezirkulation und es dient dazu, die Stickoxidemission des Brenners zu reduzieren, indem das Rauchgas in den Verbrennungsprozess zurückgeführt wird. Im Unterschied zu den oben beschriebenen Brennern der Anmelderin werden die Zweigrohre bei dem Brenner aus DE 42 44 400 A1 also nicht vom heißen Rauchgas von innen nach außen durchströmt, sondern es strömt abgekühltes Rauchgas von außen in den Brennraum zurück. Probleme mit Verzunderung und Materialschwund im Bereich der Zweigrohre sind in DE 42 44 400 A1 nicht beschrieben.

**[0011]** Aus DE 42 32 181 A1 ist ein weiterer Brenner mit einem Flammrohr bekannt, das im Bereich seiner Mantelfläche mit seitlichen Zweigrohren versehen ist. Die Zweigrohre ragen in diesem Fall nur in das Innere des Hohlkörpers, also in den Brennraum, hinein, und sie dienen nach der Beschreibung in der DE 42 32 181 A1

als Stabilisatoren zur Stabilisierung der Flamme. Probleme infolge einer Verzunderung bzw. eines Materialabtrags im Bereich der Zweigrohre sind auch in diesem Stand der Technik nicht angesprochen.

**[0012]** Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Flammrohr der eingangs genannten Art anzugeben, das im mobilen Einsatz unter wechselnden Bedingungen eine lange Nutzungsdauer ermöglicht und zudem kostengünstig herzustellen ist. Darüber hinaus soll das neue Flammrohr eine gute Wärmeverteilung bei großflächigen Kochstellen bieten.

**[0013]** Es ist des Weiteren eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Herstellungsverfahren zum Herstellen eines solchen Flammrohrs anzugeben.

**[0014]** Diese Aufgaben werden gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung durch ein Flammrohr der eingangs genannten Art gelöst, bei dem das Zweigrohr an seiner Außenseite mit einem Zwischenstück verbunden ist und bei dem das Zwischenstück an der Mantelfläche befestigt ist. Insbesondere ist das Zwischenstück an der Mantelfläche angeschweißt.

**[0015]** Die Aufgaben werden gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem das Zweigrohr an seiner Außenseite mit einem Zwischenstück verbunden wird und bei dem das Zwischenstück an der Mantelfläche befestigt wird, insbesondere an der Mantelfläche angeschweißt wird.

**[0016]** Die vorliegende Erfindung beruht damit auf der Idee, das zumindest eine Zweigrohr - zumindest zusätzlich - über ein Zwischenstück an der Mantelfläche des Hohlkörpers zu befestigen. Dadurch, dass das Zwischenstück mit dem Zweigrohr an dessen Außenseite verbunden ist, steht das Zwischenstück nicht im unmittelbaren Kontakt mit dem heißen Rauchgas im Inneren des Hohlkörpers. Sofern das Rauchgas das Zwischenstück überhaupt erreichen kann, was von der Geometrie der Zweigrohre und den räumlichen Gegebenheiten um das Flammrohr herum abhängt, hat es sich bereits abgekühlt im Vergleich zu den Temperaturen, die das heiße Rauchgas im Innenraum des Hohlkörpers besitzt.

**[0017]** Darüber hinaus strömt das sehr heiße Rauchgas aus dem Innenraum des Hohlkörpers auch nicht mit seiner hohen kinetischen Energie an dem Zwischenstück vorbei. Insgesamt ist das Zwischenstück daher einer geringeren energetischen Belastung ausgesetzt als das Zweigrohr selbst.

**[0018]** Versuche und Analysen der Anmelderin haben gezeigt, dass die bislang aufgetretenen Probleme mit Verzunderung und Materialabtrag vor allem in denjenigen Bereichen auftraten, an denen die Zweigrohre bisher an der Mantelfläche des Hohlkörpers angeschweißt wurden. Eine mögliche Ursache könnte die "Vorschädigung" des Materials der Mantelfläche und des Zweigrohres sein, insbesondere beim Schweißen.

**[0019]** Nachdem die Befestigungsstellen des neuen Zwischenstücks nun dem unmittelbaren Kontakt mit dem heißen Rauchgas entzogen sind, zeigt sich eine wesentlich geringere Verzunderung und - zumindest in den bisherigen Langzeitversuchen der Anmelderin - kein nennenswerter Materialschwund mehr. Mit anderen Worten besitzt das neue Flammrohr, bei dem die Zweigrohre über das genannte Zwischenstück an der Mantelfläche befestigt sind, eine wesentlich längere Nutzungsdauer, deren Ende in den derzeitigen Tests der Anmelderin noch nicht abzusehen ist.

**[0020]** Darüber hinaus wird der Fertigungsaufwand durch die Verwendung der neuen Zwischenstücke reduziert, da die Zweigrohre aufgrund der neuen Zwischenstücke einfacher und trotzdem mit einer hohen Stabilität an der Mantelfläche befestigt werden können.

**[0021]** Schließlich können die Zweigrohre aufgrund der neuen Zwischenstücke in verschiedenen Neigungswinkeln und an nahezu beliebigen Stellen des Hohlkörpers sehr einfach befestigt werden, so dass sich die Wärmeverteilung des neuen Heizrohrs flexibel optimieren lässt.

**[0022]** Insgesamt ermöglicht das neue Flammrohr somit eine längere Nutzungsdauer bei geringeren Herstellungskosten. Die oben genannten Aufgaben sind daher vollständig gelöst.

**[0023]** In einer Ausgestaltung der Erfindung sind bzw. werden das Zweigrohr und das Zwischenstück zweiteilig ausgebildet, wobei das Zweigrohr und das Zwischenstück vorzugsweise miteinander verschweißt werden.

**[0024]** Alternativ hierzu wäre es grundsätzlich auch denkbar, das Zwischenstück und das Zweigrohr einteilig (einstückig) auszubilden, beispielsweise mit Hilfe einer entsprechenden Gussform. Die bevorzugte Ausgestaltung ermöglicht demgegenüber jedoch eine höhere Flexibilität in der Fertigung sowie die Verwendung von standardisierten Komponenten.

**[0025]** Das Verschweißen von Zweigrohr und Zwischenstück ist - ebenso wie das Verschweißen von Zwischenstück und Mantelfläche - bevorzugt, weil sich mit diesem Fügeverfahren auf sehr kostengünstige Weise sehr robuste und für den eingangs beschriebenen Anwendungszweck geeignete Flammrohre herstellen lassen.

**[0026]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird das Zweigrohr nur über das Zwischenstück an der Mantelfläche befestigt.

**[0027]** Alternativ hierzu wäre es grundsätzlich auch möglich, das Zwischenstück in Ergänzung zu einer direkten Befestigung des Zweigrohrs an der Mantelfläche zu verwenden.

**[0028]** Die bevorzugte Ausgestaltung besitzt den Vorteil, dass keine Fügestelle in unmittelbarem Bereich des Heißgasstroms liegt, das heißt das Material, das dem Heißgasstrom unmittelbar ausgesetzt ist, erfährt keine "Vorschädigung". Das Risiko, dass im Bereich der Fügestelle zwischen Zweigrohr und Mantelfläche ein Materialschwund auftritt, ist damit noch weiter vermindert. Die Nutzungsdauer des neuen Flammrohrs ist noch höher.

**[0029]** Unabhängig davon kann es bei der Herstellung des neuen Flammrohrs jedoch vorteilhaft sein, das

Zweigrohr zunächst mit einem "kleinen" Schweiß-, Löt- oder Klebepunkt provisorisch an der Mantelfläche zu fixieren, um die nachfolgende Befestigung des Zweigrohrs mit Hilfe des Zwischenstücks sowie die Ausrichtung des Zweigrohrs zu erleichtern. Sofern bei dieser provisorischen Befestigung des Zweigrohrs darauf geachtet wird, dass keine "Materialschädigung" entsteht, die direkt dem Heißgasstrom ausgesetzt ist, sind die Vorteile dieser Ausgestaltung gleichermaßen erreicht.

**[0030]** In einer weiteren Ausgestaltung ist das Zweigrohr bündig von außen auf die Mantelfläche aufgesetzt.

**[0031]** Mit anderen Worten ragt das Zweigrohr bei dieser Ausgestaltung der Erfindung nicht in den Innenraum (Brennraum) des Hohlkörpers hinein. Die Ausgestaltung besitzt den Vorteil, dass sich keine materialschwachen Kanten und Vorsprünge im unmittelbaren Einflussbereich der Flamme und der im Brennraum strömenden Heißgase befinden. Die Risiko eines Materialabtrages und die damit verbundene Begrenzung der Nutzungsdauer sind weiter reduziert. Darüber hinaus trägt diese Ausgestaltung auch zu einer einfacheren und kostengünstigeren Herstellung mit gleichbleibender Herstellungsqualität bei.

**[0032]** In einer weiteren Ausgestaltung besitzt die Mantelfläche unterhalb des Zweigrohrs eine Öffnung mit einem ersten Innendurchmesser und das Zweigrohr besitzt einen zweiten Innendurchmesser, wobei der zweite Innendurchmesser größer ist als der erste Innendurchmesser.

**[0033]** Diese Ausgestaltung trägt zu einer weiteren Vereinfachung der Herstellung des neuen Flammrohrs bei, da sich das Zweigrohr in dieser Ausgestaltung einfach auf die Mantelfläche von außen aufsetzen lässt. Darüber hinaus wird durch diese Ausgestaltung das Risiko eines Materialabtrages am oder um das Zweigrohr herum weiter reduziert.

**[0034]** In einer weiteren Ausgestaltung ist das Zwischenstück ein Winkelstück mit zumindest zwei, vorzugsweise drei Schenkeln, die das Zweigrohr umgeben.

**[0035]** In dieser Ausgestaltung wird eine sehr stabile Befestigung des Zweigrohrs an der Mantelfläche erreicht, und zwar insbesondere dann, wenn das Zweigrohr keine oder allenfalls eine geringfügige, provisorische Befestigung an der Mantelfläche besitzt. Die Stabilität ist besonders für den rauen mobilen Einsatz des neuen Flammrohrs von Vorteil. Darüber hinaus kann die Befestigung des oder der Zweigrohre in dieser Ausgestaltung sehr einfach mit einem gleichbleibend hohen Qualitätsstandard durchgeführt werden.

**[0036]** In einer weiteren Ausgestaltung besitzt die Mantelfläche in Umfangsrichtung eine erste und eine zweite Hälfte und nur an der ersten Hälfte sind eine Vielzahl von Zweigrohren befestigt.

**[0037]** Diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft für den Einsatz des neuen Flammrohrs als Heizquelle für mobile Feldküchen und dergleichen, da das neue Flammrohr heißes Rauchgas hier mit einer definierten Vorzugsrichtung ausströmen lässt. Insbesondere lässt sich damit eine direkt über den Zweigrohren befindliche Kochplatte, Grillplatte oder dergleichen sehr effizient beheizen.

**[0038]** In einer weiteren Ausgestaltung ist die zweite Hälfte vollständig geschlossen.

**[0039]** Im Gegensatz dazu besitzen viele Flammrohre rund um ihren Außenumfang Löcher oder anderweitige Aus- oder Einlässe, sei es aus Fertigungsgründen oder als Einlassöffnungen für eine Rezirkulation von Rauchgas. Der vollständige Verschluss der nicht mit Zweigrohren versehenen Hälfte dichtet das Flammrohr zu einer Seite hin ab. Damit lässt sich unter anderem erreichen, dass selbst bei Fehlzündungen des Brenners kein Kraftstoff im Bereich der zweiten Hälfte austreten kann. Das neue Flammrohr läst sich damit optimal zur Beheizung von Kochplatten, Grillplatten oder dergleichen in mobilen Feldküchen einsetzen.

**[0040]** Zudem ermöglicht diese Ausgestaltung, die zweite Hälfte des Flammrohrs ohne besondere Isolierung oder Abdichtung in einem Brenner für eine mobile Feldküche einzusetzen. Damit kann Wärme über die zweite Hälfte abgestrahlt werden, was eine zu hohe thermische Belastung des Materials im Bereich der zweiten Hälfte vermeidet und daher ebenfalls zu einer Verlängerung der Nutzungsdauer des neuen Flammrohrs beiträgt.

**[0041]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das zumindest eine Zweigrohr ein Heißgasauslass.

**[0042]** Diese Ausgestaltung knüpft an die bereits beschriebene Verwendung des Flammrohrs zur Beheizung von Kochplatten, Grillplatten und dergleichen an. Gerade bei dieser Verwendung kommen die Vorteile der Erfindung besonders zur Geltung. Die Verwendung des Zweigrohrs als Heißgasauslass ermöglicht eine sehr effiziente Beheizung selbst von großflächigen Kochstellen, wie diese für die Verpflegung von vielen Personen benötigt werden. Gerade bei solchen Anwendungen treten die oben beschriebenen Probleme in Folge der hohen energetischen Belastung des Zweigrohrs auf. Grundsätzlich kann die vorliegende Erfindung jedoch auch bei Zweigrohren vorteilhaft eingesetzt werden, bei denen die Zweigrohre zur Rezirkulation, das heißt zum Zurückführen von teilweise abgekühltem Rauchgas in den Brennraum, dienen.

**[0043]** In einer weiteren Ausgestaltung besitzt der Hohlkörper ein zweites Ende, das zumindest weitgehend geschlossen ist.

**[0044]** Auch diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, wenn das neue Flammrohr zum Beheizen von Kochplatten, Grillplatten und dergleichen in einer mobilen Feldküche eingesetzt werden soll. Durch den Verschluss des Hohlkörpers am zweiten Ende wird der Heißgasaustritt auf das oder die Zweigrohre konzentriert, was eine besonders effiziente Beheizung großflächiger Kochstellen ermöglicht.

**[0045]** In einer weiteren Ausgestaltung besitzt das neue Flammrohr zumindest vier Zweigrohre, die auf einer Hälfte der Mantelfläche so angeordnet sind, dass sie in einer Draufsicht auf die Hälfte in etwa ein Rechteck auf-

spannen. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind genau vier Zweigrohre vorgesehen.

**[0046]** Praktische Versuche der Anmeldering haben gezeigt, dass sich mit einem solchen Flammrohr eine besonders effiziente und gleichmäßige Aufheizung einer großflächigen Kochstelle, wie beispielsweise einer Grillplatte, erreichen lässt. Dies war nicht von vorneherein zu erwarten, da bei den bislang verwendeten Flammrohren stets eine sehr viel größere Anzahl von Zweigrohren eingesetzt wurde. Darüber hinaus wurde es bislang für erforderlich gehalten, in Richtung des zweiten Endes des Flammenrohrs (also von der Flammenerzeugungseinheit weg) deutlich mehr Zweigrohre zu verwenden als in rückwärtiger Richtung, um einerseits eine kurze und kompakte Bauform zu ermöglichen und andererseits die Strahlungswärme im Bereich der Flammenerzeugungseinheit auszugleichen. Überraschenderweise hat sich nun gezeigt, dass auch mit vier gleich verteilten Zweigrohren, die vorzugsweise im Bereich des zweiten Endes des Flammenrohrs angeordnet sind, eine hervorragende Wärmeverteilung auf einer rechteckigen Kochfläche erreicht werden kann.

**[0047]** In einer weiteren Ausgestaltung beinhalten die vier Zweigrohre zwei erste Zweigrohre, die näher zu dem ersten Ende angeordnet sind, sowie zwei zweite Zweigrohre, die von dem ersten Ende weiter entfernt sind, wobei die zwei ersten Zweigrohre zu dem ersten Ende hin geneigt sind, während die zwei zweiten Zweigrohre von dem ersten Ende weggeneigt sind.

**[0048]** Auch diese Ausgestaltung trägt zu einer optimalen Wärmeverteilung bei, wenn das neue Flammrohr zum Beheizen einer großflächigen, rechteckigen Kochstelle eingesetzt wird. Die rückwärtige Neigung der zwei ersten Zweigrohre hat zur Folge, dass das durchströmende Heißgas eine Umlenkung von mehr als 90° erfährt. Demgegenüber strömt das Heißgas aus dem Brennraum mit einer deutlich geringeren Umlenkung durch die zwei zweiten Zweigrohre. Es hat sich gezeigt, dass bei dieser Ausgestaltung etwa 60 % des heißen Rauchgases durch die zweiten Zweigrohre strömt, während nur etwa 40 % des heißen Rauchgases durch die ersten Zweigrohre strömt. Diese Ungleichverteilung wird jedoch dadurch kompensiert, dass im rückwärtigen Bereich des Flammrohrs eine höhere Strahlungswärme in Folge der dort angeordneten Flammenerzeugungseinheit auftritt. Insgesamt führt diese bevorzugte Ausgestaltung zu einer hervorragenden Wärmeverteilung auf einem großflächigen Kochfeld, während andererseits die Herstellungskosten gegenüber dem bislang verwendeten Flammrohr deutlich reduziert sind. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass durch die Neigung Dehnungskräfte gut abgeleitet werden und trotzdem ein stabiler Sitz der Zweigrohre erreicht wird.

**[0049]** In einer weiteren Ausgestaltung besitzt das neue Flammrohr ein Strahlungsschutzblech, das mit Spiel an dem Hohlkörper eingehängt ist. Vorzugsweise ist das Strahlungsschutzblech um den Hohlkörper gekantet.

**[0050]** Im Gegensatz dazu wurde bislang entweder eine nicht-metallische Isolierung oder ein Strahlungsschutzblech verwendet, das mit dem Hohlkörper verschweißt war. Die Befestigung des neuen Strahlungsschutzbleches an dem Hohlkörper mit Spiel, das heißt mit einem relativen Bewegungsfreiraum, vermeidet demgegenüber thermisch bedingte Materialspannungen. Die Bildung von Rissen und dergleichen wird reduziert. Auch der Verzicht auf eine nicht-metallische Isolierung um den Hohlkörper herum reduziert das Risiko einer Rissbildung, da der Hohlkörper ringsum Wärme abgeben kann.

**[0051]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0052]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines Brenners mit einem erfindungsgemäßen Flammrohr,

Figur 2 den Brenner aus Figur 1 in einer Ansicht entlang der Linie II-II aus Figur 1,

Figur 3 eine vereinfachte schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels des neuen Flammrohrs in einer Querschnittsansicht, und

Figur 4 eine ebenfalls vereinfachte Darstellung eines Ausführungsbeispiels des neuen Flammrohrs in einer Draufsicht auf die Zweigrohre.

**[0053]** In Figur 1 ist ein Brenner mit einem Ausführungsbeispiel des neuen Flammrohrs in seiner Gesamtheit mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet. Der Brenner 10 ist hier ein sogenannter Einschubbrenner, der in der in Figur 1 gezeigten Lage von links nach rechts in ein Kochmodul (hier nicht dargestellt) eingeschoben werden kann, wie es von der Anmelderin der vorliegenden Erfindung unter der Bezeichnung BFK angeboten wird. Das neue Flammrohr ist in seiner Gesamtheit mit der Bezugsziffer 12 bezeichnet.

**[0054]** Das Flammrohr 12 besitzt einen Hohlkörper 14, der hier zylinderförmig ausgebildet ist. Dies ist fertigungstechnisch und im Hinblick auf die Wärmeverteilung von Vorteil. Die Erfindung ist hierauf jedoch nicht beschränkt und kann gleichermaßen bei anders geformten Hohlkörpern für Flammrohre eingesetzt werden.

**[0055]** Das in Figur 1 links liegende Ende 16 des Hohlkörpers 14 ist so ausgebildet, dass es an eine Flammenerzeugungseinheit 18 angeschlossen werden kann. Die Flammenerzeugungseinheit 18 beinhaltet insbesondere eine Düse 20, die über eine Zuleitung 22 mit Brennstoff

gespeist wird. Bei der Bezugsziffer 24 ist eine Brennstoffpumpe dargestellt, mit deren Hilfe Brennstoff aus einem hier nicht dargestellten Tank, beispielsweise einem tragbaren Brennstoffkanister, angesaugt und der Düse 20 zugeführt werden kann. Des Weiteren befindet sich im linken Teil des in Figur 1 dargestellten Brenners ein Bedienfeld 26, über das die Brennstoffzufuhr und die Betriebsart des Brenners 10 (Dauerbetrieb, Taktbetrieb u.a.) eingestellt werden können.

**[0056]** Das Flammrohr 12 besitzt im Bereich seines zweiten Endes 27 vier Zweigrohre, von denen in Figur 1 nur die Zweigrohre 28 und 30 sichtbar sind. Zwei weitere Zweigrohre befinden sich in spiegelbildlicher Anordnung auf der in Figur 1 nicht sichtbaren Seite des Flammrohrs 12, wie dies aus Figur 2 ersichtlich ist. Dort sind die spiegelbildlich zueinander liegenden Zweigrohre am Ende des Flammrohrs 12 mit den Bezugsziffern 28a und 28b bezeichnet.

**[0057]** Die Zweigrohre 28, 30 sind an der Mantelfläche 34 des Hohlkörpers 14 mit Hilfe von Zwischenstücken 32 befestigt. Des Weiteren sind sie derart angeordnet, dass sie gegenüber der Längsmittelachse 36 des Hohlkörpers 14 geneigt sind, wobei die beiden endseitigen Flammrohre 28a, 28b von der Flammenerzeugungseinheit 18 weggeneigt sind, während die Zweigrohre 30 (siehe Fig. 4) zur Flammenerzeugungseinheit 18 hingeneigt sind. In allen Fällen beträgt der Neigungswinkel hier jeweils 45° bezogen auf die Längsmittelachse 36 des Hohlkörpers 14.

**[0058]** An ihren freien Enden (die oberen Enden in der Darstellung in Figur 1) sind die Zweigrohre 28, 30 schräg abgelängt, und zwar ebenfalls unter einem Winkel von 45°, so dass die Öffnungsebene der Zweigrohre 28, 30 in etwa parallel zu dem Bereich der Mantelfläche 34 liegt, in dem die Zweigrohre 28, 30 jeweils angeordnet sind.

**[0059]** Das zweite Ende 27 des Hohlkörpers 14 ist hier geschlossen. Des Weiteren ist die Mantelfläche 34 hier umlaufend geschlossen, so dass die Zweigrohre 28, 30 die einzigen Auslässe für Rauchgas bzw. Heißgas aus dem Innenraum des Hohlkörpers 14 darstellen. Die Zweigrohre 28, 30 wirken damit als Auslassdüsen, aus denen ein heißer Gasstrom nach oben austritt. Dieser Heißgasstrom wird in den Kochmodulen (hier nicht näher dargestellt) der Anmelderin dazu verwendet, eine Kochstelle (hier ebenfalls nicht dargestellt), wie beispielsweise eine Koch- oder Grillplatte, zu beheizen.

**[0060]** Wie in den Figuren 1 und 2 erkennbar ist und nachfolgend anhand der Figuren 3 und 4 noch näher beschrieben wird, sind die Zwischenstücke 32 als Winkelstücke mit einem in Draufsicht U-förmigen Profil ausgebildet (siehe Figur 4). In der Seitenansicht besitzt jedes Zwischenstück 32 ein Dreieckprofil, das an den gewünschten Neigungswinkel der Zweigrohre 28, 30 angepasst ist.

**[0061]** Das Flammrohr 12 ist bei dem Brenner 10 in einer trapezförmigen Wanne 38 angeordnet (Figur 2). Am zweiten Ende 27 des Flammrohrs 12 ist die Wanne 38 mit einem eingesteckten Blech 40 abgeschlossen. Unterhalb der Wanne 38 befindet sich bei dem Brenner 10 eine Isolationsschicht 42 aus wärmedämmenden Keramikmaterial. Aufgrund der neuen Konstruktion des Flammrohrs 12 kann auf die Isolationsschicht 42 zukünftig jedoch auch verzichtet werden und stattdessen lediglich ein Strahlungsschutzblech verwendet werden, wie dies in Figur 3 dargestellt ist.

**[0062]** Nachfolgend wird ein bevorzugtes Verfahren zum Befestigen der Zweigrohre 28, 30 an der Mantelfläche 34 des Hohlkörpers 14 anhand Figur 3 erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen dieselben Elemente wie zuvor.

**[0063]** In Figur 3 ist das neue Flammrohr 12 unterhalb einer Kochplatte 50 dargestellt, wie dies auch beim bestimmungsgemäßen Einsatz in dem Brenner 10 der Fall ist. Abweichend hiervon kann das neue Flammrohr jedoch auch in anderen Umgebungen verwendet werden, beispielsweise in Brennräumen, aus denen Heißgas über ein Rohrleitungssystem einem "Verbraucher" zugeführt wird. Ein Beispiel hierfür sind Backöfen, bei denen das aus dem Flammrohr 12 austretende Heißgas über einen Wärmetauscher geführt wird. Darüber hinaus ist das neue Flammrohr nicht auf Anwendungen in mobilen Feldküchen beschränkt, es kann vielmehr überall dort eingesetzt werden, wo ein Heißgasstrom mit Hilfe eines Brenners erzeugt werden soll.

**[0064]** In der in Figur 3 dargestellten Situation dient das Flammrohr 12 jedoch zum Aufheizen der Kochplatte 50. Dies geschieht, indem die im Innenraum (Brennraum) 52 des Hohlkörpers erzeugten Heiß- bzw. Rauchgase über die Zweigrohre 28, 30 zu der Kochplatte 50 geführt werden, was anhand des Pfeils 54 beim Zweigrohr 28b symbolisch dargestellt ist. Die heißen Rauchgase werden anschließend über einen hier nicht dargestellten Abzug aus dem Bereich unterhalb der Kochplatte 50 abgeführt.

**[0065]** Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Zweigrohre 28, 30 hier bündig von außen auf die Mantelfläche 34 des Hohlkörpers 14 aufgesetzt. Jedes Zweigrohr 28, 30 besitzt einen Innendurchmesser D, der geringfügig größer ist als der Innendurchmesser d einer unterhalb der Zweigrohre 28, 30 liegenden Öffnung 58 in der Mantelfläche 34. Die Zweigrohre 28, 30 lassen sich somit einfach auf die Mantelfläche 34 aufsetzen.

**[0066]** In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung werden die Zweigrohre 28, 30 dann mit einem kleinen Schweißpunkt oder mit einer Löt- oder Klebeverbindung provisorisch an der Mantelfläche 34 fixiert und dann mit dem gewünschten Neigungswinkel gegenüber der Längsmittelachse 36 ausgerichtet. Die endgültige Befestigung der Zweigrohre 28, 30 erfolgt über die winkelförmigen Zwischenstücke 32, die um die Zweigrohre 28, 30 herum auf die Mantelfläche 34 aufgesetzt werden und dann außerhalb der Zweigrohre 28, 30 mit der Mantelfläche 34 verschweißt werden. Außerdem werden die Zweigrohre 28, 30 auch mit den winkelförmigen Zwischenstücken 32 verschweißt, um eine stabile Befestigung der Zweigrohre 28, 30 an der Mantelfläche 34 zu

erreichen. In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Schweißpunkte jeweils so gesetzt, dass kein Schweißpunkt im direkten Gasstrom 54 liegt.

**[0067]** In einer alternativen Ausführung des Verfahrens werden die Zweigrohre 28, 30 zunächst mit den winkelförmigen Zwischenstücken 32 verschweißt und anschließend wird die Kombination aus Zweigrohr und Zwischenstück auf der Mantelfläche 34 des Hohlkörpers 14 positioniert, ausgerichtet und ebenfalls verschweißt. Diese zweite Alternative besitzt den Vorteil, dass die Zweigrohre 28, 30 ohne "direkte" Befestigungsstelle an dem Hohlkörper 14 befestigt werden können. Darüber hinaus ist es grundsätzlich auch möglich, Zwischenstück und Zweigrohr einstückig miteinander auszubilden.

**[0068]** Des Weiteren ist es abweichend von der Darstellung in Figur 3 auch möglich, dass die Zweigrohre 28, 30 in den Brennraum 52 des Hohlkörpers 14 hineinragen, wie dies beispielsweise aus den beiden eingangs genannten Druckschriften DE 42 32 181 A1 und DE 42 44 400 A1 bekannt ist. Es versteht sich, dass in diesem Fall der (Innen-)Durchmesser D der Zweigrohre 28, 30 kleiner sein muss als der Innendurchmesser d der Öffnungen 58.

**[0069]** Die Zwischenstücke 32 sind in dem hier dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel zweifach abgewinkelte Blechstücke mit zwei jeweils dreiecken Seitenteilen 60, die über ein rechteckies Basisteil 62 verbunden sind. In der Draufsicht ergibt sich damit ein U-förmiges Profil, das die Zweigrohre 28, 30 umgibt (siehe Figur 4). Die Winkelverhältnisse der dreieckförmigen Seitenteile 60 entsprechen dem gewünschten Neigungswinkel der Zweigrohre 28, 30 in Bezug auf die Längsmittelachse 36 des Hohlkörpers 14, wie dies in Fig. 1 zu erkennen ist.

**[0070]** Abweichend hiervon können die Zwischenstükke 32 in anderen Ausführungen der Erfindung auch anders ausgebildet sein, beispielsweise als V-förmige Laschen, von denen ein Schenkel an einem Zweigrohr 28, 30 und ein zweiter Schenkel an der Mantelfläche 34 des Hohlkörpers 14 befestigt ist (hier nicht dargestellt).

**[0071]** Eine weitere Alternative sind ringförmige Zwischenstücke, die jedes Zweigrohr 28, 30 konzentrisch umgeben (hier ebenfalls nicht dargestellt).

**[0072]** Wesentlich für die vorliegende Erfindung ist lediglich, dass die Zwischenstücke an der Außenseite der Zweigrohre mit diesen verbunden sind und dass die Zwischenstücke ihrerseits die Zweigrohre an der Mantelfläche fixieren, so dass die Befestigungspunkte, insbesondere Schweißstellen, nicht direkt von dem Heißgas an- bzw. umströmt werden, das aus dem Brennraum 52 durch die Zweigrohre austritt.

**[0073]** Wie in Figur 3 weiterhin dargestellt ist, besteht der Hohlkörper 14 hier aus zwei Halbschalen 68, 70, wobei nur die obere Halbschale 68 mit Zweigrohren 28, 30 versehen ist. An der unteren Halbschale 70 ist hingegen ein etwa trapezförmig abgekantetes Strahlungsschutzblech 72 lösbar befestigt. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Strahlungsschutzblech 72 mit Langlöchern 74 versehen, in die Haken 76 an der Mantelfläche 34 mit Spiel eingreifen. Durch das Spiel kann sich der Hohlkörper 14 relativ zu dem Strahlungsschutzblech 72 bewegen, wodurch Spannungsrisse u.a. in Folge unterschiedlicher thermischer Ausdehnung von Hohlkörper 14 und Strahlungsschutzblech 72 vermieden werden.

**[0074]** Wie in Figur 4 dargestellt ist, sind die vier Strahlungsrohre 28, 30 in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel so auf der oberen Halbschale 68 angeordnet, dass sie in der Draufsicht ein Rechteck 80 aufspannen. Dabei befinden sich die Zweigrohre 28, 30 im endseitigen Abschnitt 82 des Hohlkörpers 14, das heißt die Zweigrohre 28, 30 liegen näher zum zweiten Ende 27 des Hohlkörpers 14 als zum ersten Ende 16, an welches die Flammenerzeugungseinheit 18 angeschlossen ist.

**[0075]** Obwohl somit über die Länge des Hohlkörpers 14 eine ungleichmäßige Verteilung von Zweigrohren 28, 30 vorliegt und obwohl durch die zur Flammenerzeugungseinheit 18 geneigten Zweigrohre 30 nur etwa 40 % des Rauchgases hindurchtreten, wird mit dieser Anordnung eine sehr gleichmäßige Aufheizung einer ebenen, rechteckförmigen Kochplatte 50 erreicht.

**[0076]** In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind sowohl der Hohlkörper 14 als auch die Zweigrohre 28, 30 und die Zwischenstücke 32 aus Blechen mit einer Dicke von 2 mm hergestellt. Die vergleichsweise große Dicke der Blechteile trägt ebenfalls zu einer Verlängerung der Nutzungsdauer des neuen Flammrohrs bei.

**[0077]** Das neue Flammrohr 12 ist in der beschriebenen Ausführung besonders gut geeignet für kleine, niedrige Brennräume. Die beschriebene Anordnung und Verteilung der Zweigrohre ermöglicht dabei eine gute Wärmeverteilung auf ebenen Flächen und darüber hinaus ist das neue Flammrohr sehr kostengünstig und einfach herzustellen. Andererseits führt die Verwendung von Stahlblechen und die Befestigung der Zweigrohre über Schweißpunkte an den Zwischenstücken zu einer sehr robusten Ausführung, die auch im mobilen Einsatz und unter wechselnden Einsatzbedingungen (Brennstoffqualität, Umgebungstemperaturen, Wechselbetrieb u.a.) einen zuverlässigen und lang andauernden Betrieb ermöglicht.

## Patentansprüche

1. Flammrohr für einen Brenner zur Heißgaserzeugung, mit einem Hohlkörper (14), der einen zumindest teilweise umschlossenen Brennraum (52) ausbildet, wobei der Hohlkörper (14) ein erstes Ende (16) besitzt, das zum Anschluss an eine Flammenerzeugungseinheit (18) ausgebildet ist, und wobei der Hohlkörper (14) eine Mantelfläche (34) besitzt, an der zumindest ein Zweigrohr (28, 30) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zweigrohr (28, 30) an seiner Außenseite mit einem Zwischenstück (32) verbunden ist und dass das Zwischen-

stück (32) an der Mantelfläche (34) befestigt ist, insbesondere an der Mantelfläche (34) angeschweißt ist.

**2.** Flammrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zweigrohr (28, 30) und das Zwischenstück (32) zweiteilig ausgebildet sind, wobei das Zweigrohr (28, 30) und das Zwischenstück (32) vorzugsweise verschweißt sind.

**3.** Flammrohr nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zweigrohr (28, 30) nur über das Zwischenstück (32) an der Mantelfläche (34) befestigt ist.

**4.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zweigrohr (28, 30) bündig von außen auf die Mantelfläche (34) aufgesetzt ist.

**5.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mantelfläche (34) unterhalb des Zweigrohrs (28, 30) eine Öffnung (58) mit einem ersten Innendurchmesser (d) besitzt und dass das Zweigrohr (28, 30) einen zweiten Innendurchmesser (D) besitzt, wobei der zweite Innendurchmesser (D) größer als der erste Innendurchmesser (d) ist.

**6.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (32) ein Winkelstück mit zumindest zwei, vorzugsweise drei, Schenkeln (60, 62) ist, die das Zweigrohr (28, 30) umgeben.

**7.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mantelfläche (34) in Umfangsrichtung eine erste und eine zweite Hälfte (68, 70) besitzt und dass nur an der ersten Hälfte (68) eine Vielzahl von Zweigrohren (28, 30) befestigt sind.

**8.** Flammrohr nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Hälfte (70) vollständig geschlossen ist.

**9.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zweigrohr (28, 30) ein Heißgasauslass ist.

**10.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlkörper (14) ein zweites Ende (27)besitzt, das zumindest weitgehend geschlossen ist.

**11.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet durch** zumindest vier Zweigrohre (28, 30), die auf einer Hälfte (68) der Mantelfläche (34) so angeordnet sind, dass sie in einer Draufsicht auf die Hälfte (68) in etwa ein Rechteck (80) aufspannen.

**12.** Flammrohr nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vier Zweigrohre (28, 30) zwei erste Zweigrohre (30) beinhalten, die näher zu dem ersten Ende (16) angeordnet sind, sowie zwei zweite Zweigrohre (28), die weiter von dem ersten Ende (16) entfernt sind, wobei die zwei ersten Zweigrohre (30) zu dem ersten Ende (16) hin geneigt sind, während die zwei zweiten Zweigrohre (28) von dem ersten Ende (16) weg geneigt sind.

**13.** Flammrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** ein, vorzugsweise um den Hohlkörper (14) gekantetes, Strahlungsschutzblech (72), das an dem Hohlkörper (14) mit Spiel eingehängt ist.

**14.** Verfahren zum Herstellen eines Flammrohrs (12) für einen Brenner (10) zur Heißgaserzeugung, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Hohlkörpers (14), der einen zumindest teilweise umschlossenen Brennraum (52) ausbildet, wobei der Hohlkörper (14) ein erstes Ende (16) besitzt, das zum Anschluss an eine Flammenerzeugungseinheit (18) ausgebildet wird, und
- Anordnen von zumindest einem Zweigrohr (28, 30) an einer Mantelfläche (34) des Hohlkörpers (14),

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zweigrohr (28, 30) an seiner Außenseite mit einem Zwischenstück (32) verbunden wird und dass das Zwischenstück (32) an der Mantelfläche (34) befestigt wird, insbesondere an der Mantelfläche (34) angeschweißt wird.

## Claims

**1.** Flame tube for a burner for hot gas generation, having a hollow body (14) which forms an at least partially enclosed combustion chamber (52), the hollow body (14) having a first end (16), which is designed for connection to a flame generation unit (18), and the hollow body (14) having a lateral surface (34), on which at least one branch tube (28, 30) is arranged, **characterized in that** the branch tube (28, 30), on its outer side, is connected to an intermediate piece (32), and **in that** the intermediate piece (32) is secured to the lateral surface (34), in particular it is welded to the lateral surface (34).

**2.** Flame tube according to Claim 1, **characterized in**

**that** the branch tube (28, 30) and the intermediate piece (32) are of two-part design, with the branch tube (28, 30) and the intermediate piece (32) preferably being welded.

**3.** Flame tube according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the branch tube (28, 30) is secured to the lateral surface (34) only by way of the intermediate piece (32).

**4.** Flame tube according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the branch tube (28, 30) is fitted flush onto the outer side of the lateral surface (34).

**5.** Flame tube according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the lateral surface (34) has an opening (58) with a first internal diameter (d) below the branch tube (28, 30), and **in that** the branch tube (28, 30) has a second internal diameter (D), the second internal diameter (D) being greater than the first internal diameter (d).

**6.** Flame tube according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the intermediate piece (32) is an angle piece with at least two, preferably three limbs (60, 62) which surround the branch tube (28, 30).

**7.** Flame tube according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the lateral surface (34) has a first half (68) and a second half (70) as seen in the circumferential direction, and **in that** a multiplicity of branch tubes (28, 30) are secured only to the first half (68).

**8.** Flame tube according to Claim 7, **characterized in that** the second half (70) is completely closed.

**9.** Flame tube according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the branch tube (28, 30) is a hot gas outlet.

**10.** Flame tube according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the hollow body (14) has a second end (27) which is at least substantially closed.

**11.** Flame tube according to one of Claims 1 to 10, **characterized by** at least four branch tubes (28, 30) which are arranged on one half (68) of the lateral surface (34) in such a way that when the half (68) is seen in plan view they approximately define a rectangle (80).

**12.** Flame tube according to Claim 11, **characterized in that** the four branch tubes (28, 30) include two first branch tubes (30), which are arranged closer to the first end (16), and two second branch tubes (28), which are arranged further away from the first end (16), the two first branch tubes (30) being inclined towards the first end (16), while the two second branch tubes (28) are inclined away from the first end (16).

**13.** Flame tube according to one of Claims 1 to 12, **characterized by** a metal radiation protection sheet (72), which is preferably angled around the hollow body (14) and is suspended from the hollow body (14) with a clearance between them.

**14.** Process for producing a flame tube (12) for a burner (10) for hot gas generation, comprising the steps of:

- providing a hollow body (14) which forms an at least partially enclosed combustion chamber (52), the hollow body (14) having a first end (16) which is designed for connection to a flame generation unit (18), and
- arranging at least one branch tube (28, 30) on a lateral surface (34) of the hollow body (14),

□ **characterized in that** the branch tube (28, 30), on its outer side, is connected to an intermediate piece (32), and **in that** the intermediate piece (32) is secured to the lateral surface (34), in particular is welded to the lateral surface (34).

**Revendications**

**1.** Tube à flammes pour brûleur destiné à former des gaz chauds,
le tube à flammes comportant un corps creux (14) qui forme une chambre de combustion (52) au moins partiellement fermée,
le corps creux (14) possédant une première extrémité (16) configurée pour permettre le raccordement à une unité (18) de formation de flammes,
le corps creux (14) possédant une surface d'enveloppe (34) sur laquelle est disposé au moins un tube de ramification (28, 30),
**caractérisé en ce que**
le tube de ramification (28, 30) est relié par son côté extérieur à une pièce intermédiaire (32) et
**en ce que** la pièce intermédiaire (32) est fixée sur la surface d'enveloppe (34) et en particulier est soudée sur la surface d'enveloppe (34).

**2.** Tube à flammes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tube de ramification (28, 30) et la pièce intermédiaire (32) sont réalisés en deux pièces, le tube de ramification (28, 30) et la pièce intermédiaire (32) étant de préférence soudés.

**3.** Tube à flammes selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le tube de ramification (28, 30) n'est fixé à la surface d'enveloppe (34) que par l'intermédiaire de la pièce intermédiaire (32).

**4.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le tube de ramification (28, 30) est placé à chant sur l'extérieur de la surface d'enveloppe (34).

**5.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la surface d'enveloppe (34) possède en dessous du tube de ramification (28, 30) une ouverture (58) qui présente un premier diamètre intérieur (d) et **en ce que** le tube de ramification (28, 30) possède un deuxième diamètre intérieur (D), le deuxième diamètre intérieur (D) étant supérieur au premier diamètre intérieur (d).

**6.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la pièce intermédiaire (32) est une pièce coudée qui présente au moins deux et de préférence trois branches (60, 62) qui entourent le tube de ramification (28, 30).

**7.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la surface d'enveloppe (34) possède dans la direction périphérique une première et une deuxième moitié (68, 70) et **en ce que** plusieurs tubes de ramification (28, 30) sont fixés uniquement à la deuxième moitié (68).

**8.** Tube à flammes selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la deuxième moitié (701) est complètement fermée.

**9.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le tube de ramification (28, 30) est une sortie de gaz chaud.

**10.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le corps creux (14) possède une deuxième extrémité (27) qui est au moins largement fermée.

**11.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé par** au moins quatre tubes de ramification (28, 30) disposés sur une moitié (68) de la surface d'enveloppe (34) de manière à sous-tendre sensiblement un rectangle (80) lorsque la moitié (68) est vue en plan.

**12.** Tube à flammes selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les quatre tubes de ramification (28, 30) contiennent deux premiers tubes de ramification (30) disposés plus près de la première extrémité (16), ainsi que deux deuxièmes tubes de ramification (28) plus éloignés de la première extrémité (16), les deux premiers tubes de ramification (30) étant inclinés en direction de la première extrémité (16) tandis que les deux deuxièmes tubes de ramification (28) sont inclinés de manière à s'éloigner de la première extrémité (16).

**13.** Tube à flammes selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé par** une tôle (72) de protection contre le rayonnement, de préférence rabattue autour du corps creux (14) et suspendue avec un jeu au corps creux (14).

**14.** Procédé de fabrication d'un tube à flammes (12) pour brûleur (10) de formation de gaz chauds, le procédé comportant les étapes suivantes :

- préparer un corps creux (14) qui forme une chambre de combustion (52) au moins partiellement fermée, le corps creux (14) possédant une première extrémité (16) configurée pour permettre le raccordement à une unité (18) de formation de flammes et
- agencer au moins un tube de ramification (28, 30) sur une surface d'enveloppe (34) du corps creux (14),

**caractérisé en ce que**
le tube de ramification (28, 30) est relié par son côté extérieur à une pièce intermédiaire (32) et
**en ce que** la pièce intermédiaire (32) est fixée à la surface d'enveloppe (34) et en particulier est soudée à la surface d'enveloppe (34).

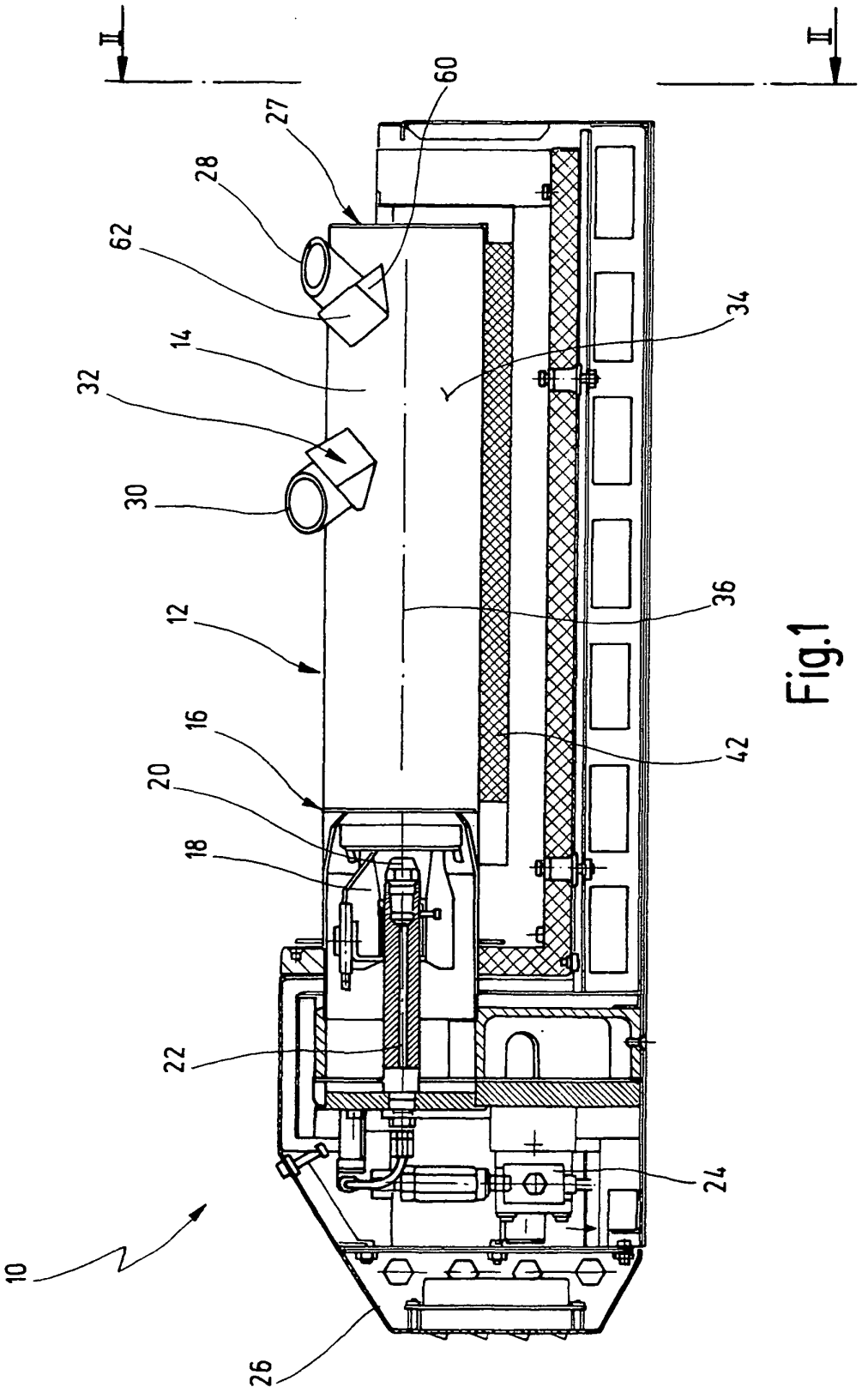



Fig.1

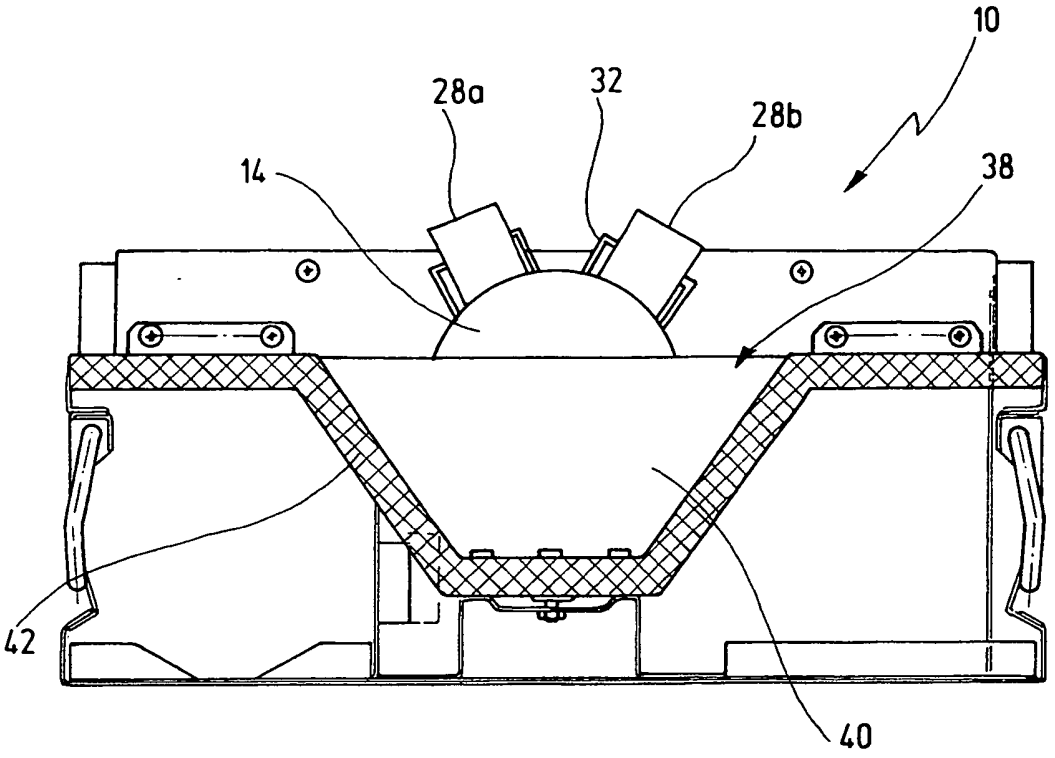

10
28a
32
28b
14
38
42
40

Fig.2

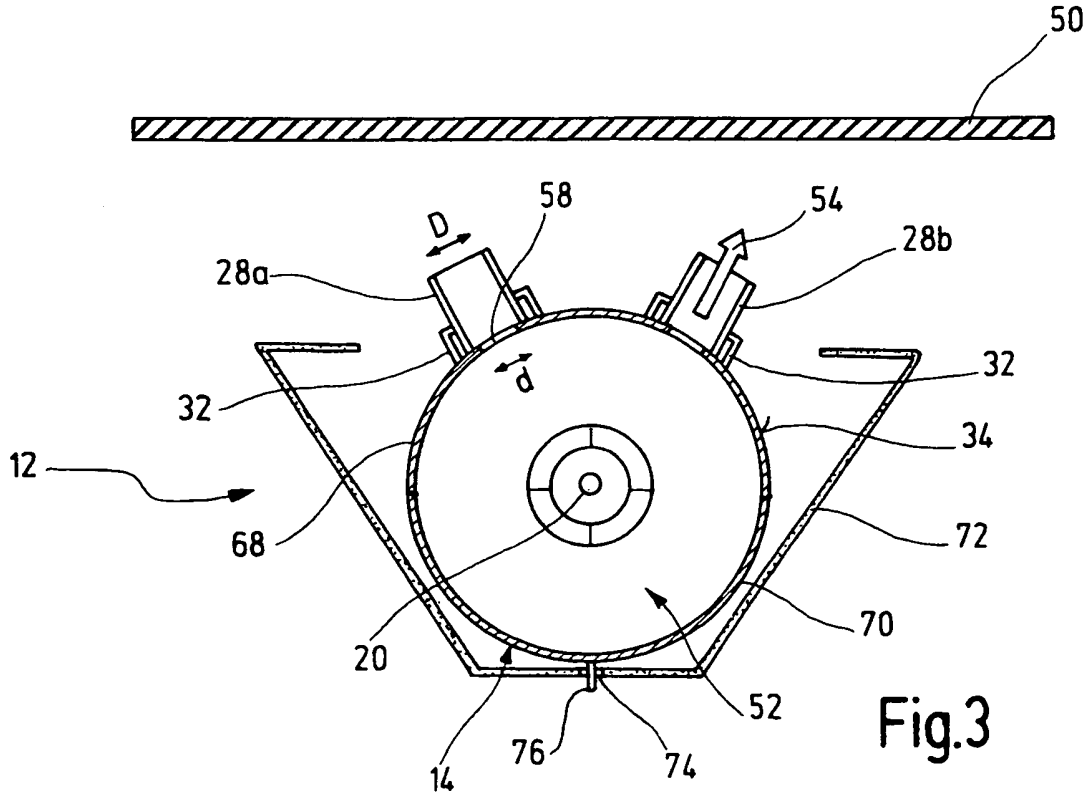

50
58
54
D
28b
28a
d
32
32
34
12
72
68
70
20
52
14
76
74

Fig.3

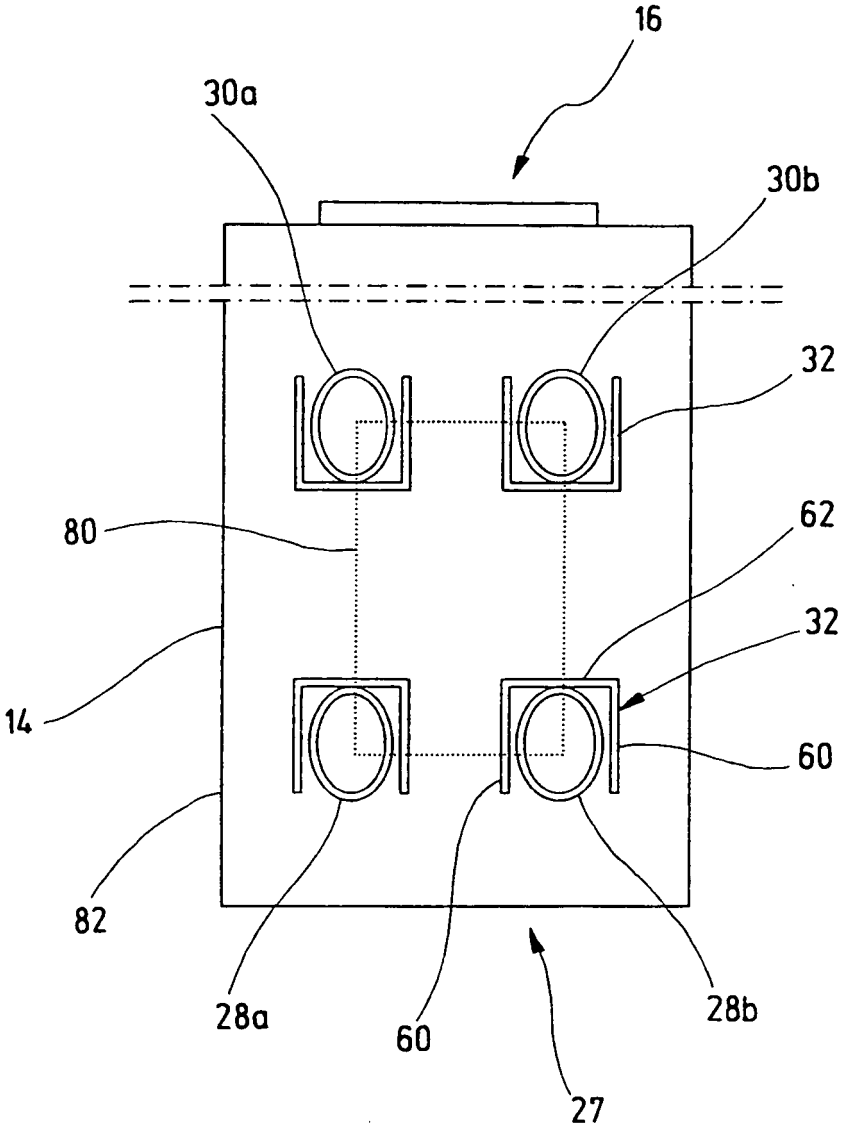



Fig.4

## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente


- DE 4244400 A1 **[0003] [0010] [0068]**
- DE 4232181 A1 **[0011] [0068]**