



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2007 Patentblatt 2007/08

(51) Int Cl.:
F23D 17/00 (2006.01) F23C 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06013517.5**

(22) Anmeldetag: **29.06.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Schmidt, Thomas**
01796 Pirna (DE)
• **Stittrich, Hans-Jürgen**
01796 Pirna (DE)
• **Donnerstag, Urte**
01796 Pirna (DE)

(30) Priorität: **16.08.2005 DE 102005038662**

(71) Anmelder: **E.C.B. GmbH**
01796 Pirna (DE)

(74) Vertreter: **Samson & Partner**
Widenmayerstrasse 5
80538 München (DE)

(54) **Brennkopf und Verfahren zur Verbrennung von Brennstoff**

(57) Brennkopf und Verfahren zur Verbrennung von flüssigem und/oder gasförmigen Brennstoff mit einer von dem Brennkopf beabstandeten Flammenfront stromabwärts, bei denen Brennstoff am stromabwärts gelegenen

Ende des Brennkopfs (2) unter einem Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts, in Richtung auf wenigstens mehrere Leiteinrichtungen (34) zu und in einen Brennraum abgegeben wird.

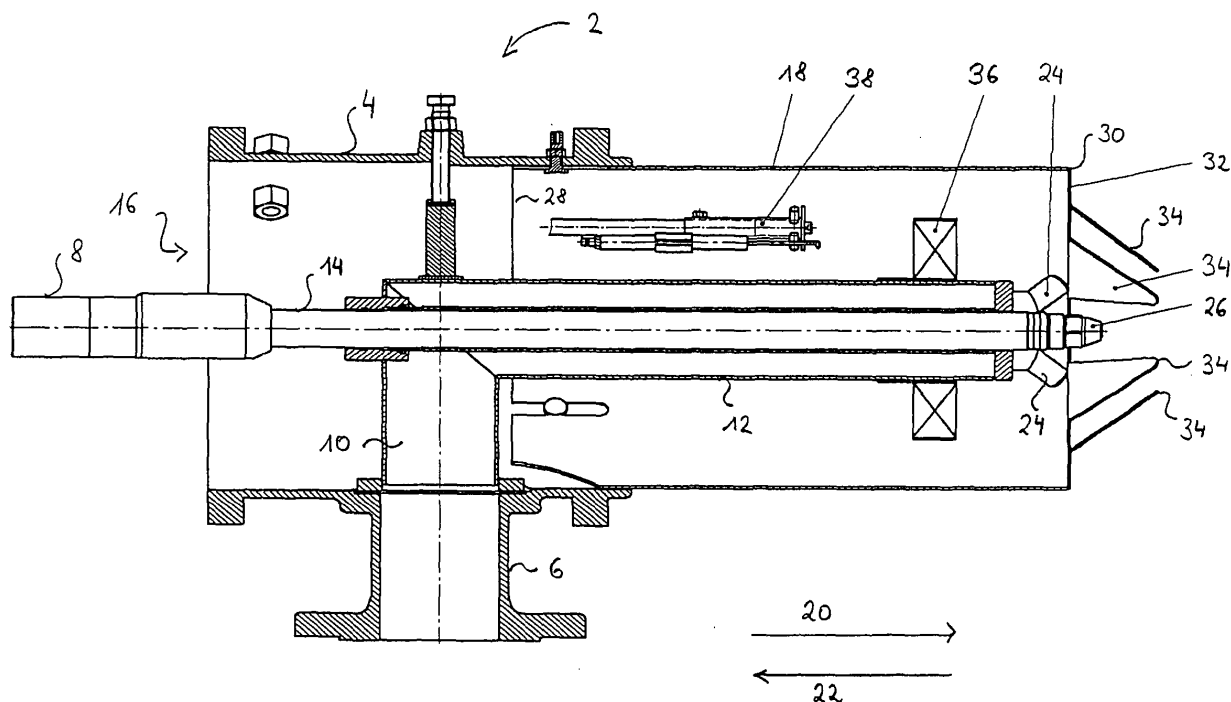


Fig. 1a

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen einen Brennkopf und Verfahren, mit denen bei Verbrennung von gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoffen eine von dem Brennkopf beabstandete Flammenfront stromabwärts in einem Brennraum erzeugt wird.

Hintergrund der Erfindung

10 **[0002]** Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe in Feuerungsanlagen entstehen im Allgemeinen umweltbelastende Schadstoffemissionen, insbesondere in Form von Stickoxiden (z.B. NO, NO₂), die üblicherweise zusammenfassend als NO_x bezeichnet werden. Schadstoffemissionen lassen sich durch konstruktive Maßnahmen bei Feuerungsanlagen, insbesondere bei dort verwendeten Brennern beeinflussen und/oder reduzieren.

15 **[0003]** Im Fall von Stickoxiden hat sich die Rezirkulation von bei der Verbrennung entstehenden Abgasen als wirksam herausgestellt. Rezirkulierte Abgase senken die Flammentemperatur ab, so dass die Menge an Stickoxiden, die bei hohen Verbrennungstemperaturen entstehen, reduziert wird.

[0004] DE 195 09 219 offenbart ein Verfahren und einen Brennerkopf, bei denen Brenngas unter Zuführung von Verbrennungsluft und zur Stickoxidreduzierung von Inertgas verbrannt wird, wobei das Brenngas in bezug auf die 20 Verbrennungsluft in zwei in Strömungsrichtung hintereinanderliegenden Ebenen eingeblasen wird, mit einem übers-töchiometrischen Verbrennungsluft-Brenngasgemisch in der stromauf der Flamme bei der Flammenwurzel liegenden ersten Ebene und mit ergänzender Brenngaszufuhr in der zweiten Ebene, und wobei als Inertgas rezirkuliertes Abgas dient, das in der zweiten Ebene zugeführt wird, und ein Teil der in der zweiten Ebene eingeblasenen Brenngase mit dem rezirkulierenden Abgas ein unterstöchiometrisches Gemisch bildet, bevor dieses in die Flamme eingeleitet wird.

25 **[0005]** EP 0 347 834 offenbart einen Brennerkopf für einen Gebläsegasbrenner mit einem eine Einrichtung für die Brenngasaufteilung und die Verbrennungsluftaufteilung, sowie Brenngasdüsen und Luftdurchgangsöffnungen aufneh-menden Brennröhr und mit einem sich an das Brennröhr anschließenden Flammröhr, wobei zwischen Brennröhr und Flammröhr mindestens eine radiale, der Abgasrezirkulation dienende Öffnung vorhanden ist, und im Wurzelbereich der 30 Flamme zwischen Brennröhr und Flammröhr stromauf der radialen Öffnung, aber stromab der Brenngasdüsen und Luftdurchgangsöffnungen quer zur Brennerkopflängsachse radial nach innen ragende Stege vorgesehen sind.

[0006] EP 0 635 676 offenbart ein Verfahren zur NO_x-armen Verbrennung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen in Feuerungsanlagen mit einem in einen Brennraum eines Kessels ragenden Brenner, dessen Brennerrohr wenigstens eine darin angeordnete Brennstoffdüse für die Zufuhr des Brennstoffs und eine sich daran anschließende Stauscheibe aufweist, bei welchem ein beachtlicher Teil des Brennstoffs einem stromab der Stauscheibe liegenden und an die 35 Brennerrohrinnenwand angrenzenden Bereich zugeführt, im Brennraum befindliche Abgase durch interne Rezirkulation in stromab der Stauscheibe aufgebaute Unterdruckgebiete im Brennerrohr rückgeführt und ein oder mehrere das Bren-nerrohr durchbrechende und in die Unterdruckgebiete ragende Leiteinrichtungen verwendet werden.

[0007] EP 0 857 915 offenbart ein Verfahren zum Verbrennen von flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffen mit einem in den Brennraum eines Kessels ragenden Brennkopf eines Brenners, dessen Flammrohr wenigstens eine darin 40 angeordnete Zerstäuberdüse für die Zufuhr von Brennstoff sowie einen Drallkörper aufweist, wobei ein Teil des Luftstroms für die Verbrennung durch einen Drallkörper geführt wird, an dem stromabwärts gelegenen Abschnitt des Flammrohres durch Leiteinrichtungen und Durchbrechungen des Flammrohres ein Unterdruck erzeugt wird, das Abgas aus der Ver-brennung mit der Verbrennungsluft gemischt wird, das Abgas mit dem in dem Brennraum verdüsten noch nicht entzün-detten Brennstoff vermischt wird, und eine Flammenfront in einem Abstand vor dem Brennkopf erzeugt wird.

45 **[0008]** Insgesamt ist festzustellen, dass bekannte Ansätze nicht ausreichen, um die erhöhten Anforderung an beim Betrieb von Feuerungsanlagen entstehende Emissionen zu erfüllen, insbesondere um die niedrigen Stickoxidemissi-onsgrenzwerte zu erreichen, die z.B. gesetzlich gefordert sind.

Aufgabe der Erfindung

50 **[0009]** Aufgabe der Erfindung ist es, die bei Verbrennung von Brennstoffen entstehenden Schadstoffe, vor allem NO_x-Emissionen, gegenüber bekannten Ansätzen weiter zu verringern, insbesondere höhere Brennraumbelastungen bei niedrigstem Emissionsniveau zu ermöglichen.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0010] Gemäß einem Aspekt stellt die Erfindung zur Lösung dieser Aufgabe einen Brennkopf und Verfahren zur Verbrennung von Brennstoff gemäß den unabhängigen Ansprüchen bereit. Weitere Aspekte und Merkmale der Erfindung

ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und den beigefügten Zeichnungen.

[0011] Der erfindungsgemäße Brennkopf ist ausgelegt, flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe mit einer von dem Brennkopf beabstandeten Flammenfront stromabwärts zu verbrennen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Brennköpfen, bei denen eine Flammenfront im Wesentlichen unmittelbar an stromabwärts gelegenen Bereichen des Brennkopfs entsteht, wird mittels des erfindungsgemäßen Brennkopfs im Betrieb eine Flammenfront erzeugt, die in einem Brennraum von dem Brennkopf beabstandet positioniert ist und sich "frei" vor dem Brennkopf im Brennraum stabilisiert.

[0012] Der Brennkopf umfasst ein Brennerrohr, das ein stromabwärts gelegenes, offenes Ende aufweist, das zur Anordnung in einem Brennraum vorgesehen ist, wenigstens eine an dem stromabwärts gelegenen Ende angeordnete Leiteinrichtung, die sich unter einem ersten Winkel radial nach innen, d.h. in einem Winkel zwischen 0° und 90° in Richtung zur Brennerrohrachse, erstreckt, und eine oder mehrere in dem Brennerrohr angeordnete Brennstoffdüsen.

[0013] Bevorzugt sind mehrere Leiteinrichtungen vorgesehen, die von einander beabstandet sind, und sich unter dem ersten Winkel radial nach innen und in Richtung stromabwärts erstrecken.

[0014] In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann sich die oder jede Leiteinrichtung unter dem ersten Winkel radial nach innen und in Richtung senkrecht zu der Brennerrohrachse oder unter dem ersten Winkel radial nach innen und in Richtung stromabwärts erstrecken.

[0015] Im letzteren Ausführungsbeispiel verläuft die wenigstens eine Leiteinrichtung schräg zur Längsachse des Brennerrohrs, wobei radial innen liegende Bereiche der wenigstens einen Leiteinrichtung weiter von dem offenen Ende des Brennerrohrs beabstandet sind als radial außen liegende Bereiche.

[0016] Die Brennstoffdüse(n) ist/sind bevorzugt ausgelegt, Brennstoff am stromabwärts gelegenen Ende unter einem zweiten Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts, in Richtung auf die wenigstens eine Leiteinrichtung zu und im Betrieb in den Brennraum abzugeben. Mit anderen Worten, die Brennstoffdüse(n) gibt/geben im Betrieb Brennstoff an bzw. benachbart zu dem offenen Ende des Brennerrohrs so ab, dass sich ein Brennstoffstrom oder -strahl ergibt, der ausgehend von radial innen liegenden Bereichen des Brennerrohrs schräg nach außen zu radial weiter außen liegenden Bereichen des Brennerrohrs verläuft, wo er an die wenigstens eine Leiteinrichtung und/oder, wenn vorhanden, durch die Zwischenräume zwischen den mehreren Leiteinrichtungen hindurch in den Brennraum abgegeben wird.

[0017] Die wenigstens eine Leiteinrichtung kann einen am stromabwärts gelegenen Ende angeordneten Ring oder eine Scheibe mit einer zentralen Öffnung umfassen. Diese Ausführungsform kann durch eine als eigenständige Komponente ausgeführte Leiteinrichtung oder erreicht werden, indem eine im Folgenden beschriebene Stauscheibe wenigstens teilweise die Funktion der Leiteinrichtung bereitstellt.

[0018] Alternativ oder zusätzlich können mehrere Leiteinrichtungen vorgesehen sein, die wenigstens teilweise so von einander beabstandet sind, dass sich Zwischenräume zwischen den Leiteinrichtungen ergeben.

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die oder jede Leiteinrichtung jeweils eine Fläche umfassen, die mit von den Brennstoffdüsen abgegebenem Brennstoff angeströmt werden können. Diese Flächen können insbesondere delta-förmig sein.

[0020] Vorzugsweise ist/sind die Brennstoffdüse(n) ausgelegt, Brennstoff unter dem zweiten Winkel und in Richtung der wenigstens einen Leiteinrichtung und/oder und in Richtung der Zwischenräume zwischen Leiteinrichtungen abzugeben. Dies kann beispielsweise durch eine zur Längsachse des Brennerrohrs bzw. zu dessen radialer Richtung gewinkelte Anordnung der Brennstoffdüsen am offenen Ende des Brennerrohrs und/oder durch entsprechend gerichtete Austrittsöffnungen der Brennstoffdüsen erfolgen.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Brennstoffdüsen geeignet, gasförmigen Brennstoff abzugeben. Es ist aber auch vorgesehen, mittels zumindest einer oder mehrerer zusätzlicher Brennstoffdüsen flüssigen Brennstoff zuzuführen.

[0022] Vorzugsweise sind mehrere Brennstoffdüsen am offenen Ende des Brennerrohrs jeweils zwischen einem der Zwischenräume zwischen Leiteinrichtungen angeordnet.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Brennkopf eine ringförmige Scheibe, die als Stauscheibe wirkt. Die Scheibe ist am offenen Ende des Brennerrohrs angebracht und erstreckt sich dort vom Brennerrohr im Wesentlichen radial nach innen, insbesondere senkrecht zur Längsachse des Brennerrohrs.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Scheibe ausgebildet, um wenigstens teilweise als eine Leiteinrichtung zu fungieren, insbesondere radial innen liegende Bereiche der Scheibe. Es ist auch vorgesehen, dass die Scheibe insgesamt als Leiteinrichtung dient und dabei auch die Staufunktion ausübt.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist es möglich, die Scheibe als separate Komponente auszuführen und die wenigstens eine Leiteinrichtung an der Scheibe anzuordnen. Dabei kann sich im Fall einer beispielsweise ringförmigen Leiteinrichtung die Leiteinrichtung von radial innen liegenden Bereichen der Scheibe unter dem ersten Winkel radial nach innen und in Richtung stromabwärts erstrecken.

[0026] Bei Verwendung mehrerer Leiteinrichtungen können diese an radial innen liegenden Bereichen der Scheibe angebracht sein, insbesondere im Wesentlichen unmittelbar am Innenumfang der Scheibe (d.h. am die Öffnung der ringförmigen Scheibe begrenzenden Scheibenrand), und sich von dort aus unter dem ersten Winkel radial nach innen

erstecken.

[0027] Je nach Anwendung des Brennkopfs, beispielsweise in einer Feuerungsanlage für gasförmigen und flüssigen Brennstoff, kann wenigstens eine weitere Brennstoffdüse vorhanden sein. Vorzugsweise ist die wenigstens eine weitere Brennstoffdüse ausgelegt, Brennstoff spary-förmig unter einem von der Zerstäuberdüse bestimmten Sprühwinkel (dritter Winkel) radial nach außen abzugeben. Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird bei Einsatz von Dampf- bzw. Luftzerstäuberdüsen der Brennstoff in mehreren Brennstoffstrahlen unter einem Winkel zur Brennerrohrachse radial nach außen zwischen den Leiteinrichtungen eingebracht. Dies hat beispielsweise den Vorteil, die Brennstoffzufuhr in Abhängigkeit des Brennstoffs wählen zu können, um dessen Verbrennung zu optimieren.

[0028] Wenn die oben genannten Brennstoffdüsen für gasförmigen Brennstoff vorgesehen sind, ist es bevorzugt, dass die wenigstens eine weitere Brennstoffdüse im Betrieb flüssigen Brennstoff abgibt. Die wenigstens eine weitere Brennstoffdüse kann aber ebenfalls zur Zufuhr gasförmigen Brennstoffs ausgelegt sein. Entsprechendes gilt für den Fall, dass die oben genannten Brennstoffdüsen flüssigen Brennstoff zuführen sollen.

[0029] Vorzugsweise weist der Brennkopf auch eine Dralleinrichtung, beispielsweise in Form eines ortsfesten oder in Längsrichtung des Brennerrohrs verschiebbaren Drallkörper auf, um durch das Brennerrohr zuführbare Verbrennungsluft, insbesondere deren mittleren, zentralen Bereich, zu verdrallen, dieser also einen Drallimpuls zu versetzen. Dabei ist es vorgesehen, die Dralleinrichtung stromaufwärts der Brennstoffdüsen in dem Brennrrohr anzuordnen.

[0030] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst der Brennkopf einen sogenannten Pilotbrenner oder Stützbrenner. Mit dem Pilotbrenner können Verbrennungsgase zugeführt werden, die im Betrieb für eine Vorerwärmung bis hin zu einer Initialzündung (ohne Ausbildung einer Flammenfront) von Brennstoff sorgen können, wodurch eine Stabilisierung der von dem Brennkopf beabstandeten Flammenfront erreicht werden kann. Vorzugsweise ist der Pilotbrenner stromaufwärts der Brennstoffdüsen in dem Brennrrohr angeordnet und, wenn vorhanden, auch stromaufwärts der Dralleinrichtung.

[0031] Vorzugsweise liegt der erste Winkel in einem Bereich zwischen etwa 35° und 65°.

[0032] Vorzugsweise liegt der zweite Winkel in einem Bereich zwischen etwa 30° und 60°.

[0033] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird Brennstoff unter Verwendung eines Brennkopfs verbrannt, der ein Brennerrohr, das ein stromabwärts gelegenes, offenes Ende aufweist, das sich in einen Brennraum erstreckt, und wenigstens eine an dem stromabwärts gelegenen Ende angeordnete Leiteinrichtung, die sich unter einem ersten Winkel radial nach innen erstreckt, umfasst. Diesbezügliche Ausführung oben gelten hier entsprechend.

[0034] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird Brennstoff am stromabwärts gelegenen Ende unter einem zweiten Winkel radial nach außen, in Richtung auf die Leiteinrichtungen zu und in den Brennraum abgegeben.

[0035] Ferner wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Flammenfront in einem Abstand stromabwärts vor dem Brennkopf, also eine sich vor dem Brennkopf "frei" stabilisierende Flammenfront im Brennraum erzeugt.

[0036] Vorzugsweise wird der Brennstoff unter dem zweiten Winkel in Richtung zu der wenigstens einen Leiteinrichtung und/oder, falls vorhanden, in Richtung zu Zwischenräumen zwischen Leiteinrichtungen abgegeben.

[0037] Nach einem Ausführungsbeispiel ist bevorzugt, daß der Brennstoff so abgegeben wird, daß er sich stromab des Brennerrohres im Bereich der Leiteinrichtungen intensiv mit der Verbrennungsluft und den rezirkulierten Gasen mischt. Dadurch ist für den Betrieb des Brennkopfes nur ein geringer Luftüberschuß erforderlich, der bis sehr nah an das stöchiometrische Brennstoff-Luft-Verhältnis herankommt.

[0038] Zur Stabilisierung der Flammenfront kann eine Initialzündung von Brennstoff vor der Flammenfront bewirkt werden, indem beispielsweise mittels eines Pilotbrenners stromaufwärts der Brennstoffzufuhr heisses Verbrennungsgas erzeugt und in die Flammenwurzel eingebracht wird.

[0039] Vorzugsweise wird der unter dem zweiten Winkel abgegebene Brennstoff in einem Bereich zwischen etwa 30° und 60° abgegeben.

[0040] Gemäß einem weiteren Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Verbrennung von Brennstoff unter Verwendung eines Brennkopfs mit einem sich teilweise in einen Brennraum erstreckenden Brennerrohr, wobei in dem Brennraum bestandet von dem Brennrrohr und stromabwärts desselben eine freie Flammenfront erzeugt wird, und in dem Brennraum Unterdruckzonen mit Wirbelgebieten so ausgebildet werden, dass in dem Brennraum vorhandene Abgase brennraumintern rückgeführt und mit über das Brennerrohr am stromabwärts gelegenen Ende unter einem Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts zugeführtem Brennstoff vermischt werden.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0041] Im Folgenden sind bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, die zeigen:

Fig. 1a und 1b schematische Darstellungen einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in Schnittdarstellung und als Ansicht aus Richtung des Brennraumes; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Betriebszustands bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Brennkopfs.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0042] Fig. 1a und 1b zeigen schematische Darstellungen eines im Ganzen mit 2 bezeichneten Brennkopfs.

[0043] Der Brennkopf umfasst ein Gehäuse 4, mit dem der Brennkopf 2 beispielsweise an entsprechenden Bereichen und/oder Komponenten einer Feuerungsanlage befestigt werden kann.

[0044] Zur Zufuhr gasförmiger Brennstoffe ist ein erster Anschluss 6 und zur Zufuhr von flüssigen Brennstoffen ist ein zweiter Anschluss 8 vorgesehen, die jeweils mit entsprechenden Brennstoffquellen (nicht gezeigt) verbunden werden können, um von diesen Brennstoff zu erhalten.

[0045] Gasförmiger Brennstoff wird über den ersten Anschluss 6 einem Brenngasrohr 10 zugeführt, das einen als Doppelmantelrohr 12 ausgebildeten Bereich umfasst.

[0046] Flüssiger Brennstoff wird über den zweiten Anschluss 8 einem Brennstoffgestänge 14 zugeführt, das teilweise von dem Doppelmantelrohr 12 umschlossen ist.

[0047] Das Brennstoffgestänge 14 ist durch einen Hilfseinrichtung, z.B. einen Linearantrieb axial in dem Doppelmantelrohr verschiebbar. Bei Betrieb des Brennkopfes mit gasförmigen Brennstoffen kann dieses Brennstoffgestänge und die daran befestigte Brennstoffdüse 26 in das Doppelmantelrohr zurückgezogen werden, um thermische Überlastungen der Brennstoffdüse zu verhindern.

[0048] An seinem in Fig. 1a links gelegenen Ende weist das Gehäuse 4 eine Öffnung 16 auf, über die dem Brennkopf 2 Verbrennungsluft zugeführt werden kann.

[0049] Am gegenüberliegenden Ende des Gehäuses 4 ist ein Brennerrohr 18 befestigt, durch das sich das Doppelmantelrohr 12 und das Brennstoffdüsendgestänge 14, wie in Fig. 1a zu sehen, erstrecken.

[0050] Aufgrund der Zufuhr von Verbrennungsluft über die Öffnung 16 und aufgrund der Führung von Brennstoff in Längsrichtung des Brennkopfs 2 und insbesondere des Brennerrohrs 18 wird die durch den Pfeil 20 angegebene Richtung als stromabwärts bezeichnet, während die durch den Pfeil 22 angegebene Richtung als stromaufwärts bezeichnet wird.

[0051] An dem stromabwärts gelegenen Ende des Doppelmantelrohrs 12 sind Brennstoffdüsen 24 angeordnet. Die Brennstoffdüsen 24 sind bezüglich der Längsachse des Brennerrohrs 18 schräg in Richtung stromabwärts gerichtet, erstrecken sich mit anderen Worten also unter einem Winkel radial nach außen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Ausrichtung der Brennstoffdüsen 24 auch die Richtung bestimmt, in der diese Brennstoff abgeben. Das heißt bei der hier dargestellten Ausführungsform geben die Brennstoffdüsen 24 Brennstoff unter einem Winkel radial nach außen ab. Diese Brennstoffabgaberrichtung kann auch erreicht werden, indem beispielsweise das Doppelmantelrohr 12 an seinem stromabwärts gelegenen Ende Brennstoffauslassöffnungen aufweist, die eine Abgabe von Brennstoff unter einem Winkel radial nach außen ermöglichen, und/oder indem beispielsweise am stromabwärts gelegenen Ende des Doppelmantelrohrs 12 Brennstoff im Wesentlichen in Längsrichtung des Brennerrohrs 18 abgegeben und durch Umlenkeinrichtungen unter einem Winkel radial nach außen umgelenkt wird.

[0052] An seinem stromabwärts gelegenen Ende weist das Brennstoffdüsendgestänge 14 eine weitere Brennstoffdüse 26 auf, die Brennstoff als Spray mit unterschiedlichen Sprühwinkeln und -profilen abgeben kann.

[0053] An seinem stromaufwärts gelegenen Ende 28 ist das Brennerrohr 18 offen, um über die Öffnung 16 zugeführte Verbrennungsluft aufnehmen zu können. An dem stromabwärts gelegenen Ende 30 des Brennerrohrs 18 ist eine ringförmige Scheibe 32 angeordnet.

[0054] Die Scheibe 32 kann auch als Stauscheibe bezeichnet werden, da sie in Richtung stromabwärts strömende Verbrennungsluft und, falls vorhanden, Brennstoff staut und zur Mitte des stromabwärts gelegenen Endes 30 des Brennerrohrs 18 umlenkt. An dem inneren Rand der Stauscheibe 32, der dessen zentrale Öffnung begrenzt, sind Leiteinrichtungen 34 angeordnet. Fertigungstechnisch können das Brennerrohr 18, die Scheibe 32 und die Leiteinrichtungen 34 als separate Komponenten bereitgestellt oder einstückig ausgebildet sein.

[0055] Die Leiteinrichtungen 34 erstrecken sich ausgehend von der Scheibe 32 schräg nach innen in Richtung stromabwärts, also mit anderen Worten unter einem Winkel radial nach innen und in Richtung stromabwärts. Bei der dargestellten Ausführungsform sind die Leiteinrichtungen 34 durch deltaförmige, dreieckige Flächen gebildet.

[0056] Die Brennstoffdüsen 24 sind jeweils so ausgelegt und/oder angeordnet, dass sie Brennstoff nicht unmittelbar auf die Leiteinrichtungen 34 richten, sondern in Richtung der Zwischenräume zwischen den Leiteinrichtungen 34.

[0057] Stromaufwärts der Brennstoffdüsen 24 und 26 ist auf dem Doppelmantelrohr 12 umlaufend eine Dralleinrichtung oder ein Drallkörper 36 vorgesehen. Mit der Dralleinrichtung 36 wird zugeführter Verbrennungsluft oder wenigstens ein Teil derselben (z.B. der mittlere, zentrale Bereich) ein Drallimpuls verliehen, so dass stromabwärts der Dralleinrichtung 36 eine innere Drallströmung erzeugt wird. Der Durchmesser der Dralleinrichtung 36 und der Abstand zu der Scheibe 32 beeinflussen das Impulsverhältnis zwischen der verdrahten Verbrennungsluft und der zwischen der Dralleinrichtung 36 und Brennerrohr 18 hindurchströmenden unverdrahten Luft. Vorteilhafterweise ist die Dralleinrichtung 36 in Längsrichtung des Brennerrohrs 18 verschiebbar, so dass durch eine Einstellung der Dralleinrichtung 36 relativ zu der Scheibe

32 bzw. den Leiteinrichtungen 34 ein hinsichtlich der im Folgenden beschriebenen Strömungs- und Druckverhältnisse stromaufwärts und stromabwärts der Scheibe 32 und der Leiteinrichtung 34 optimierte Drallströmung erzeugt wird.

[0058] Insbesondere bei Betrieb mit flüssigem Brennstoff geht der Drallimpuls zumindest teilweise auf den aus der Düse 26 austretenden Brennstoffspray über.

[0059] Stromaufwärts der Dralleinrichtung 36 ist ein Pilotbrenner oder Stützbrenner 38 angeordnet. Der Pilotbrenner 38 wird insbesondere bei Teillastbetrieb verwendet, um Verbrennungsgase abzugeben, die für eine Erwärmung bis hin zu einer Initialzündung von mittels der Brennstoffdüsen 24 und/oder 26 abgegebenen Brennstoffs sorgen können. Diese "Vorbehandlung" von Brennstoff dient insbesondere zur zusätzlichen Stabilisierung einer im Folgenden detaillierter beschriebenen, vom Brennkopf 2 beabstandet ausgebildeten Flammenfront.

[0060] Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Betrieb des erfindungsgemäßen Brennkopfs werden im Folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 2 detaillierter erläutert.

[0061] Fig. 2 stellt schematisch das die Verwendung des Brennkopfs 2 von Fig. 1a und 1b in einer in Fig. 2 angedeuteten Feuerungsanlage dar. Aufgrund der hier angenommenen rotationssymmetrischen Konstruktion der Feuerungsanlage und des Brennkopfs 2 sowie der beim Betrieb auftretenden Zustände ist Fig. 2 eine bezüglich einer Symmetrieachse 40 schematische Schnittdarstellung.

[0062] Der Brennkopf 2, genauer ein stromabwärts gelegener Bereich des Brennerrohrs 18 ragt in einen Brennraum 42. Der Brennraum 42 ist durch Wände 44 begrenzt.

[0063] Im Betrieb verursacht die die Scheibe 32 und die Leiteinrichtungen 34 anströmende Verbrennungsluft, dass sich an der Scheibe 32 und an den Leiteinrichtungen 34 abstromseitig, das heißt an den in dem Brennraum 42 weisenden Seiten der Scheibe 32 und der Leiteinrichtungen 34, Unterdruckzonen mit Wirbelgebieten ausbilden. Insbesondere bilden sich an jeder Leiteinrichtung 34 zwei gegenläufige Wirbelzöpfe 46 und 48 aus, die bis weit in eine Flammenfront 50 reichen können, die sich stromabwärts des Brennkopfs 2 und beabstandet von diesem ausbildet. Die Unterdruckzonen und Wirbelgebiete, insbesondere die Wirbelzöpfe 46 und 48, sorgen für eine intensive, brennrauminterne Rückführung von im Brennraum 42 vorhandenen Gasen bzw. Abgasen, die bei Verbrennung von mittels des Brennkopfs 2 zugeführten Brennstoffs entstehen. Gleichzeitig sorgen die Wirbelgebiete für eine intensive Vermischung von rückgeführten Verbrennungsabgasen und zugeführtem Brennstoff.

[0064] Bei dem Brennkopf 2 bildet sich die Flammenfront 50 nicht unmittelbar am Brennkopf 2 selbst aus, sondern von diesem beabstandet, "frei" in dem Brennraum 42. Die vom Brennkopf 2 beabstandete Flammenfront 50 ermöglicht eine Vermischung von rückgeführten Verbrennungsabgasen und zugeführtem Brennstoff, wodurch die Flammentemperatur herabgesetzt und bei Verbrennung entstehende Stickoxide reduziert werden. Des Weiteren ermöglicht die vom Brennkopf 2 beabstandete Flammenfront 50 eine im Folgenden detaillierter erläuterte Aufbereitung von Brennstoff.

[0065] Aufgrund seines Austrittsimpulses sowie der oben genannten Unterdruckzonen und Wirbelgebieten gelangt mittels der Brennstoffdüsen 24 und/oder 26 (letztere in Fig. 2 nicht gezeigt) zugeführter Brennstoff in die Bereiche des Brennraums 42, in denen der Wirbelzopf 48 vorhanden ist. Dieser Bereich wird im Folgenden als äußere Rückführungszone bezeichnet. In der äußeren Rückführungszone kommt es zu Ausbildung einer starken Brennstoffanreicherung mit unterstöchiometrischer, reduzierend wirkender Atmosphäre.

[0066] Im Fall eines flüssigen Brennstoffs, beispielsweise Öl, ist Brennstoff in der äußeren Rückführungszone verglichen mit dem Stand der Technik bereits stärker vergast, weil aufgrund der Unterdruckzonen und Wirbelgebiete abstromseitig der Scheibe 32 und der Leiteinrichtungen 34 rückgeführte Verbrennungsabgase am Ende 30 des Brennerrohrs 18 umlaufend eingesogen werden.

[0067] Im Allgemeinen, aber insbesondere im Fall gasförmigen Brennstoffs, der mittels Brennstoffdüsen 24 zugeführt wird, kommt es in der äußeren, den Brennkopf umgebenden Rückführungszone - neben der oben beschriebenen brennrauminternen Abgasrückführung insbesondere inerten Verbrennungsabgase und deren Vermischung mit Brennstoff - zu einer zur Aufbereitung und/oder Zerlegung von Brennstoff.

[0068] Im Speziellen kommt es in der äußeren Rückführungszone zu einer Aufspaltung von Brennstoffmolekülen in Radikale und zu einer wenigstens teilweisen Oxidation von Brennstoff.

[0069] Versuche mit einem erfindungsgemäßen Brennkopf mit einer Leistung von etwa 2300 kW haben in Bereichen um den Brennkopf herum unter anderem folgende Messergebnisse geliefert:

CO₂: etwa 11,3 Vol.-%
O₂: etwa 0,1 Vol.-%
CO: mehr als etwa 1,0 %Vol.-%
C_xH_y: etwa 0,05 ... 0,1 Vol.-%

[0070] In der äußeren Rückführungszone findet sich also ein Gemisch mit geringem Sauerstoffgehalt und hoher Beladung an Kohlenmonoxid (CO) und unverbrannten Kohlenwasserstoffen (C_xH_y). Dabei wurden wenigstens teilweise höhere CO₂-Werte als in bzw. hinter der Flamme am Ende des Brennraums festgestellt. Insgesamt belegen diese und weitere Versuche eine Aufbereitung und/oder Zerlegung von Brennstoff in der äußeren Rückführungszone.

[0071] Entstehende Radikale werden - vermischt mit Abgasen aus der Flamme - wenigstens teilweise von dem Brennkopf 2 angesaugt. Die Radikale sind reaktionsfreudig und entzünden sich wenigstens teilweise stromabwärts des Brennkopfes 2 in Bereichen, in denen sich rückgeführtes Verbrennungsgas mit dem Brennkopf 2 am stromaufwärts gelegenen Ende zugeführter Verbrennungsluft vermischt. Dadurch wird der Sauerstoffpartialdruck der Verbrennungsluft zusätzlich zur Beladung des Verbrennungsluftstromes mit rückgeführten, inerten Verbrennungsgasen gesenkt, bevor sich die Mischung von Verbrennungsluft und rückgeführten Verbrennungsgasen mit Brennstoff vermischen und entzünden kann.

[0072] Die Radikale und bei der Aufbereitung und/oder Zerlegung von Brennstoff entstehende Reaktionszwischenprodukte (z.B. CH, HCH, CH₃, OH und CO) stellen innerhalb von Flammen instabile Reaktionszwischenprodukte dar. Im Vergleich dazu ist es vorteilhaft, z.B. stabile Methanmoleküle (CH₄) zur Verbrennung erst in Reaktionszwischenprodukte zu zerlegen, bevor die Verbrennungsendprodukte (z.B. CO₂, H₂O) durch Abschluss des Verbrennungsprozesses gebildet werden.

[0073] Eine solche Zerlegung von stabilen Bestandteilen (z.B. Methanmoleküle) in Radikale und ein damit verbundener Oxidationsprozess beginnt mit einer endothermen Reaktion, wie zum Beispiel:



[0074] Aus diesem Grund läuft die Verbrennung der mit rückgeführtem, inerten Verbrennungsabgas verdünnten brennbaren Bestandteile stromab des Brennkopfes 2 einerseits langsam genug ab, um die Bildung von Bereichen mit hohen (Verbrennungs)-Temperaturen zu vermeiden. Andererseits läuft diese Verbrennung schnell genug, um die von dem Brennkopf 2 beabstandete Flammenfront 50 durch Oxidationswärme thermisch zu stabilisieren und den Sauerstoffpartialdruck der Mischung von Verbrennungsluft und rückgeführtem Verbrennungsabgas durch die Bindung von Sauerstoff für die Oxidation der Radikale und teilverbrannter Bestandteile (insbesondere teilverbrannte Gase) zu senken.

[0075] Durch die Einsaugung von Inertgasen und Radikalen bzw. teilverbrannter Gase in den Unterdruckzonen der Leiteinrichtungen 34 und der Scheibe 32 wird nur eine geringe Mischenergie zur Durchmischung der Stoffströme benötigt, weil der Mischvorgang zumindest teilweise vor dem Beginn des Verbrennungsvorganges - und damit in einer vergleichsweise kalten Zone durchgeführt wird. In dieser haben die Stoffströme eine niedrige Viskosität. Die Viskosität von Luft und Abgas steigt bekanntlich mit der Temperatur stark an, so dass die Einmischung von Abgasen direkt in den Flammenbereich wesentlich höhere Mischenergien erforderlich machen würde.

[0076] Der Anteil von reduktiv wirkendem CO in dem rückgeführten Verbrennungsabgas verhindert die Ausbildung einer heißen Flammenbildung, weil CO verglichen mit Methan eine niedrigere laminare Flammgeschwindigkeit besitzt. Die Flammentemperatur wird zusätzlich verringert, wodurch die Menge bei der Verbrennung entstehender Stickoxide auf einem niedrigen Niveau gehalten werden kann. Dies wird durch Versuche bestätigt, bei denen auch bei hoher Brennumbelastung geringste Stickoxidsmengen festgestellt wurden - welche deutlich niedriger sind, als diejenigen der bekannten Verfahren. Ferner läuft die Verbrennung verglichen mit bekannten Ansätzen stabiler ab, insbesondere fehlen die bei hohen Rückführungsraten von Verbrennungsabgasen im Allgemeinen üblichen Pulsationen bei der Verbrennung.

[0077] Die obigen Ausführungen bezüglich der äußeren Rückführungszone gelten auch für die Bereiche im Brennraum 42, in denen sich der Wirbelzopf 46 ausbildet. Diese Bereiche werden im Folgenden zusammenfassend als innere Rückführungszone bezeichnet.

[0078] Dort, insbesondere im Bereich zwischen dem 2 Brennkopf und der Flammenfront 50, ist die Kreuzung der Stoffströme äußerst wirkungsvoll. Während der Brennstoff durch die Brennstoffdüsen 24 und/oder 26 unter einem Winkel in radialer Richtung von der Längsachse Brennkopfes 2 weg zur äußeren Rezirkulationszone strömt, wird rückgeführtes Verbrennungsabgas im Wesentlichen durch die Anordnung der Leiteinrichtungen 34 in die Kernzone der Flamme in Nähe der Flammenachse gelenkt. Damit entsteht ein brennrauminterner Brennstoff-Aufbereitungsmechanismus, der die Bildung und Oxidation von Radikalen räumlich trennt. Wie oben erwähnt, kommt es damit in der bzw. den Rückführungszone(n) um den Brennkopf 2 herum, welche durch die Brennraumwände 44, den Brennkopf 2 und die Flammenfront 50 gebildet werden, neben der Rückführung von Abgasen aus der Flamme auch zu einer (thermischen) Brennstoffaufbereitung.

[0079] Die vorliegende Erfindung ermöglicht verglichen mit dem Stand der Technik eine weitere Senkung von Stickoxiden in Abgasen von Feuerungsanlagen, insbesondere bei Gas-, Heizöl- und Mehrstoffbrennern, durch die oben beschriebene Brennstoffaufbereitung und/oder Brennstoffzerlegung insbesondere in Radikale in den Bereichen erreicht, in die Verbrennungsgase zum Zusammenwirken mit zugeführtem Brennstoff rückgeführt werden.

[0080] Ferner verbessert die vorliegende Erfindung die Stabilität der "freien" Flammenfront, insbesondere wenn im Teillastbetrieb ein Pilotbrenner verwendet wird, um eine Vorerwärmung bis hin zu einer Initialzündung von Brennstoff zu erreichen.

[0081] Im Fall flüssigen Brennstoffs vermindert die vorliegende Erfindung außerdem die Rußbildung insbesondere in den Bereichen, in die Verbrennungsgase des Brennraums rückgeführt werden, weil die Rücksaugung und/oder Einmischung der Verbrennungsgase umlaufend am inneren Rand der Scheibe 32 sowie zusätzlich an den Kanten der Leiteinrichtungen 34 erfolgt. Dadurch wird die Vorvergasung des Brennstoffsprays wesentlich verbessert und die Vermischung der Verbrennungsgase umlaufend am inneren Rand der Scheibe 32 sowie zusätzlich an den Kanten der Leiteinrichtungen 34 erfolgt. Dadurch wird die Vorvergasung des Brennstoffsprays wesentlich verbessert und die Vermischung der Verbrennungsgase umlaufend am inneren Rand der Scheibe 32 sowie zusätzlich an den Kanten der Leiteinrichtungen 34 erfolgt.

schung der rezirkulierten Gase mit der Verbrennungsluft intensiviert.

Patentansprüche

1. Brennkopf zur Verbrennung von Brennstoff mit einer vom Brennkopf beabstandeten Flammenfront stromabwärts, umfassend:

- ein Brennerrohr (18), das ein stromabwärts gelegenes offenes Ende (30) aufweist, das zur Anordnung in einem Brennraum vorgesehen ist,
- wenigstens eine am stromabwärts gelegenen Ende (30) angeordnete Leiteinrichtung (32; 34), die sich unter einem ersten Winkel radial nach innen erstreckt, und
- wenigstens eine im oder am Brennerrohr (18) vorgesehene Brennstoffdüse (24; 26), die angeordnet und/oder ausgebildet ist, um Brennstoff am stromabwärts gelegenen Ende (30) unter einem zweiten Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts und in Richtung auf die wenigstens eine Leiteinrichtung (32; 34) zu in den Brennraum abzugeben.

2. Brennkopf nach Anspruch 1, bei dem

- sich mehrere Leiteinrichtungen (34), die von einander beabstandet sind, unter dem ersten Winkel radial nach innen und in Richtung stromabwärts erstrecken.

3. Brennkopf nach Anspruch 1, bei dem

- sich die wenigstens eine Leiteinrichtung (32) radial nach innen und in Richtung senkrecht zur Brennerrohrachse erstreckt.

4. Brennkopf nach Anspruch 1, bei dem

- die wenigstens eine Leiteinrichtung (32) einen geschlossenen Ring umfasst, der sich unter dem ersten Winkel radial nach innen erstreckt.

5. Brennkopf nach Ansprüchen, bei dem

- die mehreren Leiteinrichtungen (34) Bereiche umfassen, die von einander beabstandet sind und Zwischenräume bilden.

6. Brennkopf nach Anspruch 5, bei dem

- die oder jede Brennstoffdüse (24; 26) ausgelegt ist, Brennstoff unter dem zweiten Winkel in Richtung der Zwischenräume zwischen den Leiteinrichtungen (34) abzugeben.

7. Brennkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem

- die oder jede Brennstoffdüse (24; 26) ausgelegt ist, gasförmigen Brennstoff abzugeben.

8. Brennkopf nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem

- jede der Brennstoffdüsen (24; 26) jeweils zwischen einem der Zwischenräume zwischen den Leiteinrichtungen (34) angeordnet ist.

9. Brennkopf nach einem der Ansprüche 2-8, bei dem

- die Leiteinrichtungen (34) jeweils eine delta-förmige Fläche (32) aufweisen.

10. Brennkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, mit

- einer ringförmigen Scheibe (32), die sich von dem stromabwärts gelegenen Ende (30) radial nach innen

erstreckt.

11. Brennkopf nach Anspruch 10, bei dem

- 5 - sich die wenigstens eine Leiteinrichtung (34) von dem Innenumfang der Scheibe (32) unter dem ersten Winkel radial nach innen erstreckt, oder
 - die Scheibe (32) wenigstens teilweise von der wenigstens einen Leiteinrichtung (32, 34) umfasst ist.

12. Brennkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, mit

- 10 - einer weiteren Brennstoffdüse (26), die ausgelegt ist, Brennstoff unter einem dritten Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts und in Richtung auf die wenigstens eine Leiteinrichtung (32; 34) abzugeben.

13. Brennkopf nach Anspruch 12, bei dem

- 15 - die weitere Brennstoffdüse (26) ausgelegt ist, flüssigen Brennstoff abzugeben.

14. Brennkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, mit

- 20 - einer Dralleinrichtung (36), die stromaufwärts der Brennstoffdüsen (24, 26) in dem Brennrrohr (18) angeordnet ist.

15. Brennkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, mit

- 25 - einem Pilotbrenner (38), der stromaufwärts der Brennstoffdüsen (24, 26) in dem Brennrrohr (18) angeordnet ist.

16. Brennkopf nach Anspruch 15 soweit von Anspruch 14 abhängig, bei dem

- 30 - die Dralleinrichtung (36) stromabwärts des Pilotbrenners (38) angeordnet ist.

17. Brennkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem

- der erste Winkel in einem Bereich zwischen etwa 35° und 65° liegt.

18. Brennkopf nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem

- 35 - der zweite Winkel in einem Bereich zwischen etwa 30° und 60° liegt.

19. Verfahren zur Verbrennung von Brennstoff unter Verwendung eines Brennkopfs mit einem Brennrrohr, das ein stromabwärts gelegenes offenes Ende aufweist, das sich in einen Brennraum erstreckt, und wenigstens einer an dem stromabwärts gelegenen Ende angeordneten Leiteinrichtung, die sich unter einem ersten Winkel radial nach innen erstreckt, wobei bei dem Verfahren:

- 40 - Brennstoff am stromabwärts gelegenen Ende unter einem zweiten Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts und in Richtung auf die wenigstens eine Leiteinrichtung zu in den Brennraum abgegeben wird, und
45 - eine Flammenfront in einem Abstand stromabwärts vor dem Brennkopf erzeugt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem

- 50 - der Brennstoff unter dem zweiten Winkel in Richtung von Zwischenräumen zwischen mehreren Leiteinrichtungen, die von einander beabstandet sind und Zwischenräume bilden, abgegeben wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, bei dem

- 55 - der Brennstoff so abgegeben wird, dass sich stromabwärts jeder Leiteinrichtung Unterdruckzonen mit einem oder mehreren Wirbelgebieten ausbilden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, bei dem

- der Brennstoff gasförmiger Brennstoff ist.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, bei dem

- ein weiterer Brennstoff unter einem dritten Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts und in Richtung auf die wenigstens eine Leiteinrichtung abzugeben.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem

- der weitere Brennstoff flüssiger Brennstoff ist.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, bei dem stromaufwärts der Brennstoffzufuhr Verbrennungsgas erzeugt wird, das zur Stabilisierung der Flammenfront eine Initialzündung von Brennstoff vor der Flammenfront bewirkt.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 25, bei dem

- der unter dem zweiten Winkel abgegebene Brennstoff in einem Bereich zwischen etwa 30° und 60° abgegeben wird.

27. Verfahren zur Verbrennung von Brennstoff unter Verwendung eines Brennkopfs mit einem sich teilweise in einen Brennraum erstreckenden Brennerrohr, wobei bei dem Verfahren:

- in dem Brennraum bestandet von dem Brennerrohr und stromabwärts desselben eine freie Flammenfront erzeugt wird, und
- in dem Brennraum Unterdruckzonen mit Wirbelgebieten so ausgebildet werden, dass in dem Brennraum vorhandene Abgase brennraumintern rückgeführt und mit Brennstoff vermischt werden, der über das Brennerrohr am stromabwärts gelegenen Ende unter einem Winkel radial nach außen in Richtung stromabwärts zugeführt wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, bei dem
in den Wirbelgebieten gegenläufige Wirbelzöpfe erzeugt werden.

29. Verfahren nach Anspruch 28, bei dem
in einer einen äußeren Wirbelzopf umfassenden, äußeren Rückführungszone und/oder einer einen inneren Wirbelzopf umfassenden, inneren Rückführungszone eine Brennstoffanreicherung mit unterstöchiometrischer reduzierend wirkender Atmosphäre erzeugt wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29, bei dem
in der wenigstens einen Rückführungszone Moleküle des Brennstoffs wenigstens teilweise in Radikale aufgespalten werden und/oder Brennstoff wenigstens teilweise oxidiert wird.

31. Verfahren nach Anspruch 30, bei dem
Radikale zusammen mit rückgeführten Abgasen des Brennraums wenigstens teilweise unter Verwendung des Brennkopfs angesaugt werden.

32. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem
angesaugte Radikale wenigstens teilweise in Bereichen entzündet werden, in denen sich rückgeführte Abgase des Brennraums mit der am Brennkopf an einem stromaufwärts gelegenen Ende desselben zugeführten Verbrennungsluft vermischen.

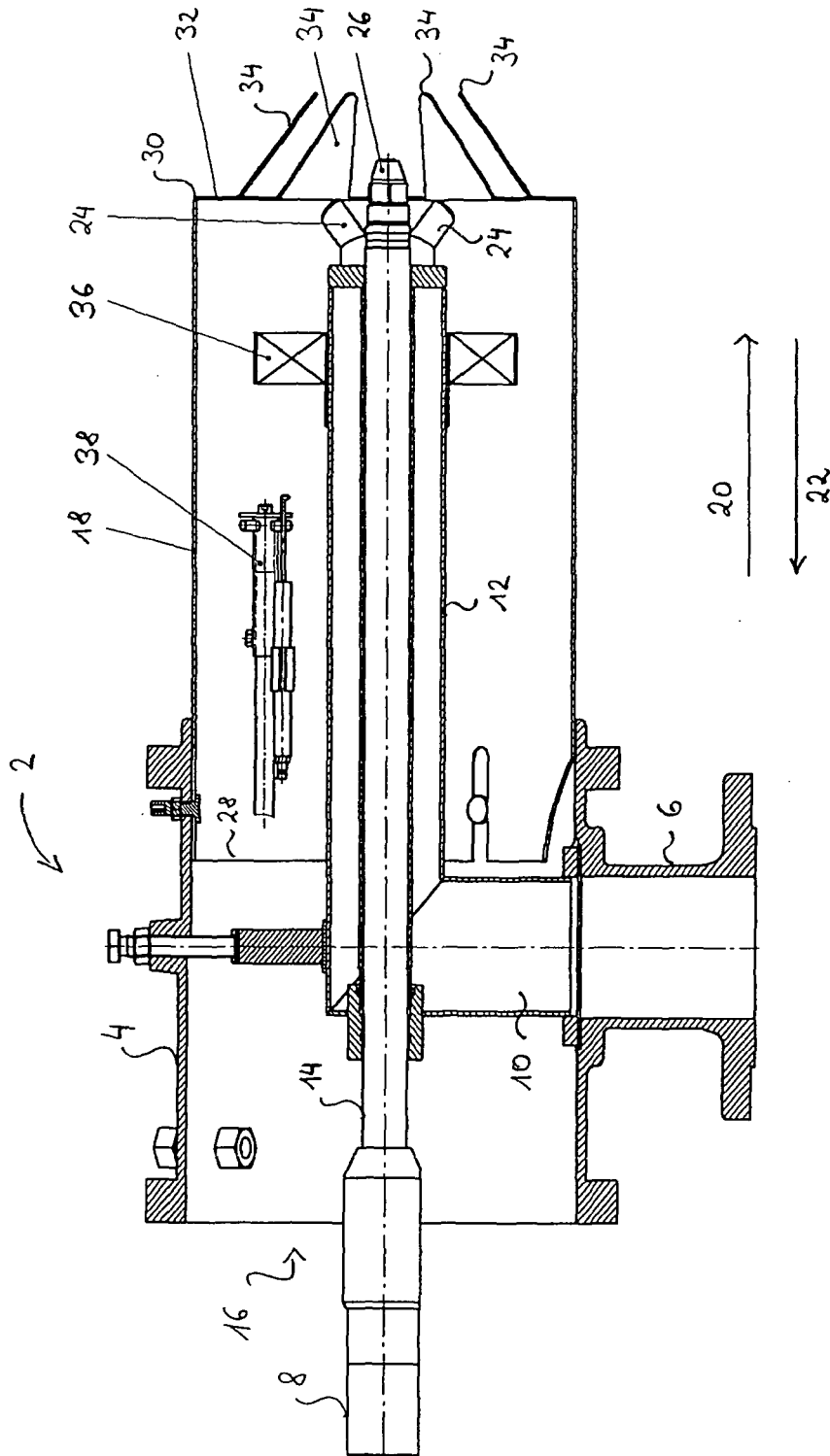


Fig. 1a

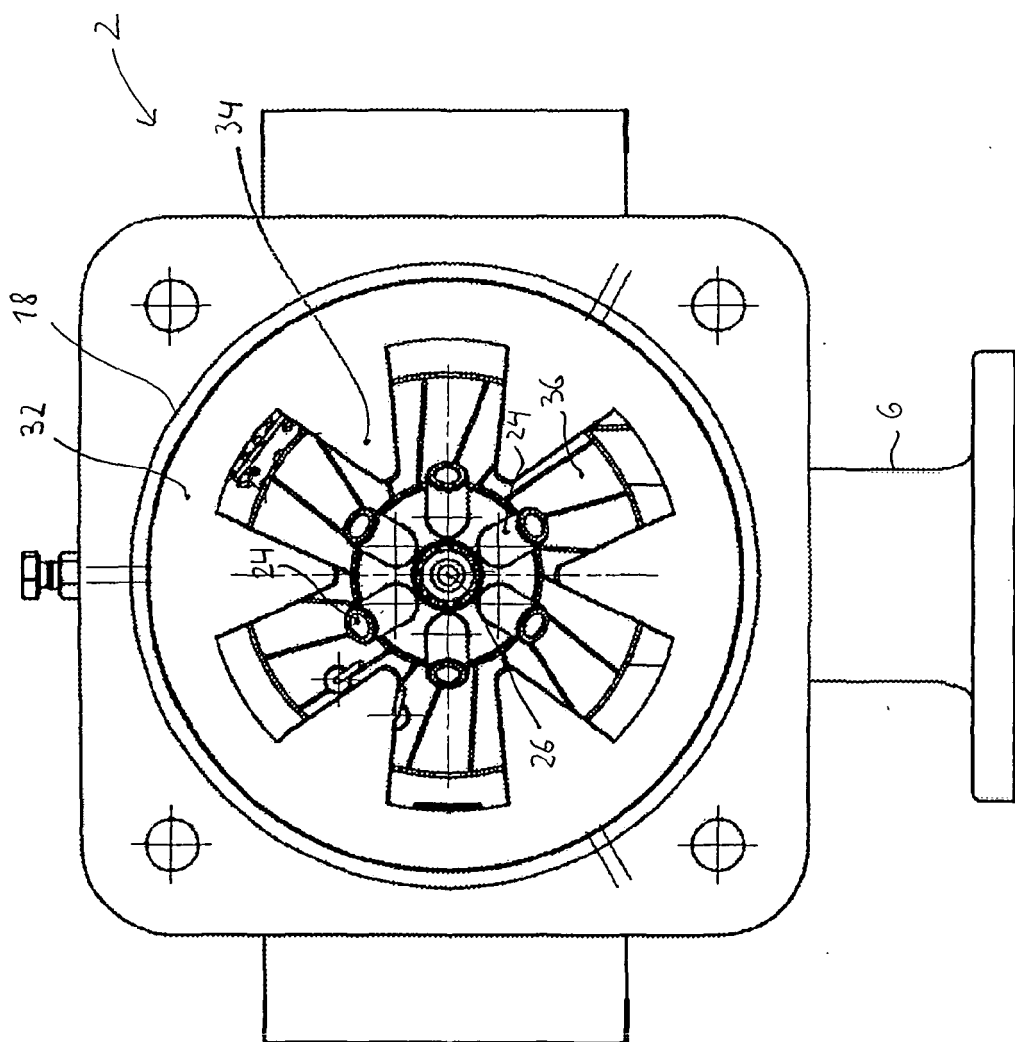


Fig. 1b

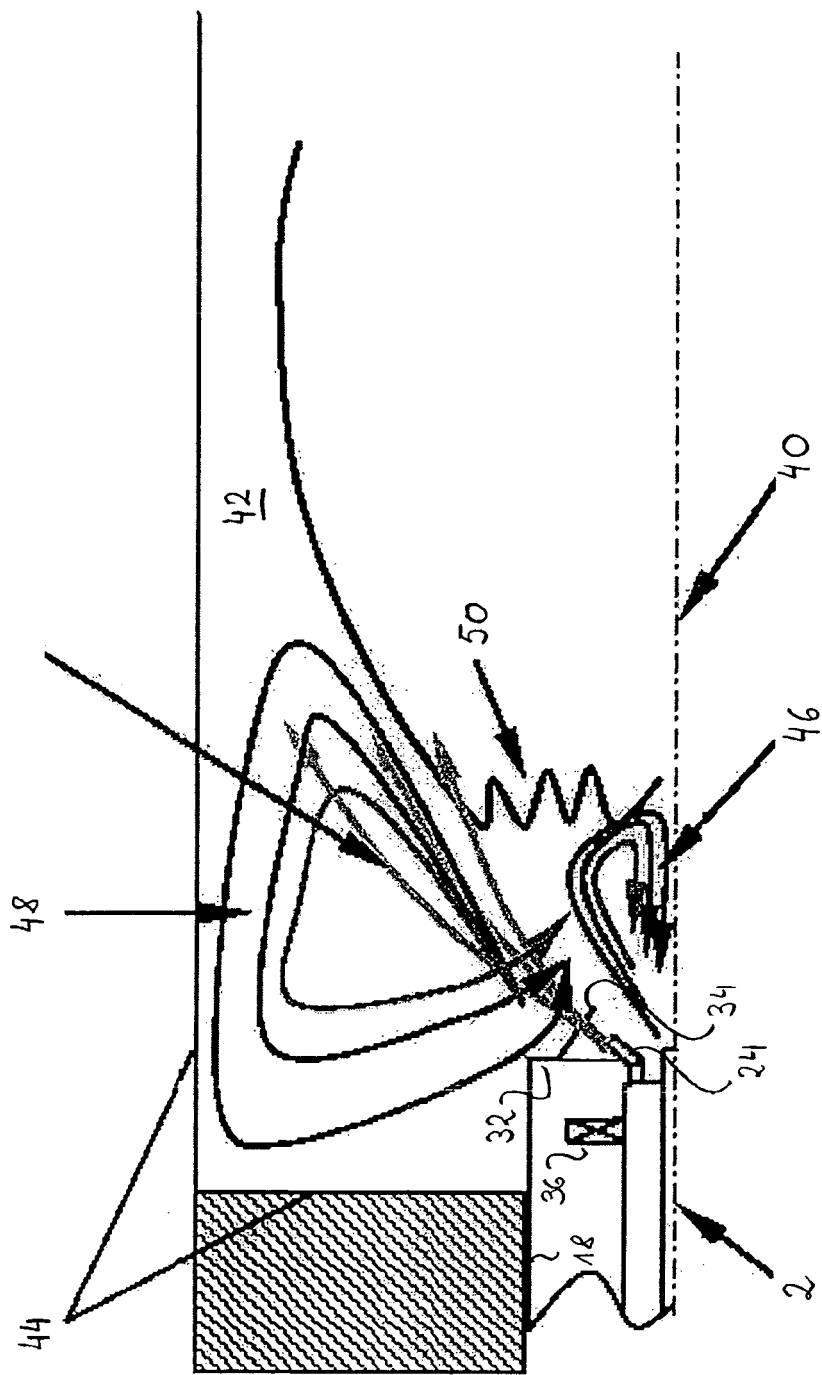


Fig. 2

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 19509219 [0004]
- EP 0347834 A [0005]
- EP 0635676 A [0006]
- EP 0857915 A [0007]