

(19)



(11)

EP 2 169 307 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.2010 Patentblatt 2010/13

(51) Int Cl.:
F23D 14/08^(2006.01) F23D 14/58^(2006.01)
F23R 3/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08017127.5**

(22) Anmeldetag: **29.09.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

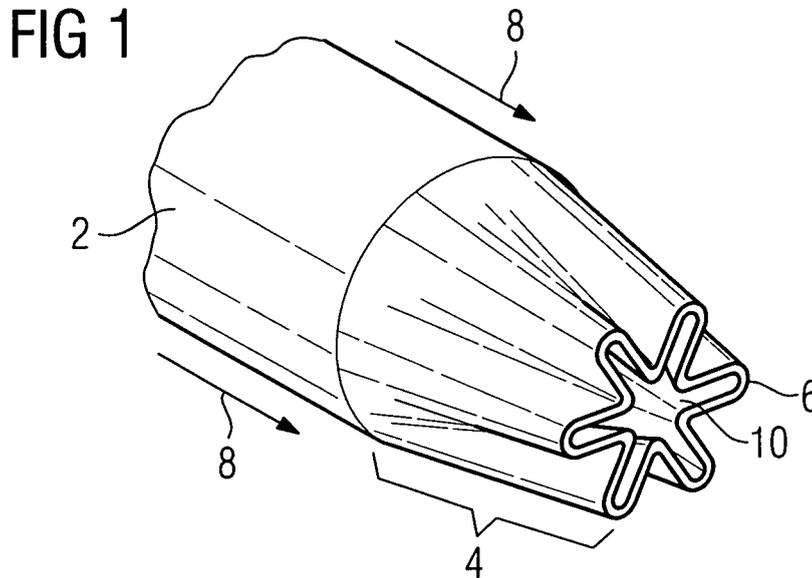
(72) Erfinder:

- **Colmegna, Giacomo**
45478 Mühlheim an der Ruhr (DE)
- **Wörz, Ulrich**
45481 Mühlheim Ruhr (DE)
- **Van Kampen, Jaap, Dr.**
6042 AR Roermond (NL)

(54) **Brennstoffdüse**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennstoffdüse umfassend einem Düsenrohr (2) und einer Düsenaustrittsöffnung (10) wobei das Düsenrohr (2) mit einer Brennstoffzufuhrleitung in Verbindung steht zum zuführen eines Brennstoffs in das Düsenrohr (2) wobei der Brennstoff aus der Düsenaustrittsöffnung (10) in einen Luft-

strom (8), welcher die Brennstoffdüse ringförmig umgibt eingedüst wird wobei ein bis zur Düsenaustrittsöffnung (10) reichender erster Düsenrohabschnitt (4) blütenförmig (6) ausgebildet ist und zwar dergestalt, dass eine im wesentlichen koaxiale Eindüsung des Brennstoffs in den Luftstrom (8) durchführbar ist.



EP 2 169 307 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennstoffdüse, umfassend einem Düsenrohr und einer Düsenaustrittsöffnung, wobei das Düsenrohr mit einer Brennstoffzufuhrleitung in Verbindung steht zum Zuführen eines Brennstoffs in das Düsenrohr, wobei der Brennstoff aus der Düsenaustrittsöffnung in einen Luftstrom, welcher die Brennstoffdüse ringförmig umgibt, eingedüst wird.

[0002] Der Preisanstieg von Erdgas macht die Weiterentwicklung von alternativen Brennstoffen notwendig. Dies ist beispielsweise niederkalorisches Brenngas nachfolgend auch als Synthesegas bezeichnet. Die Herstellung von Synthesegas kann prinzipiell aus festen, flüssigen und gasförmigen Edukten erfolgen. Bei der Herstellung von Synthesegas aus festen Edukten ist vor allem die Kohlevergasung, Biomassenvergasung und die Koksvergasung zu nennen.

[0003] Im Hinblick auf zunehmend strengere Anforderungen an den Ausstoß von Stickoxiden gewinnt die Vormischverbrennung auch bei der Verbrennung von niederkalorischen Gasen zunehmend an Bedeutung.

[0004] Vormischbrenner umfassen typischerweise eine Vormischzone, in der Luft und Brennstoff vermischt werden, bevor das Gemisch in eine Brennkammer geleitet wird. Dort verbrennt das Gemisch, wobei ein unter erhöhtem Druck stehendes Heißgas erzeugt wird. Dieses Heißgas wird zur Turbine weitergeleitet. Im Zusammenhang mit dem Betrieb von Vormischbrennern kommt es vor allem darauf an, die Stickoxidemissionen gering zu halten und einen Flammenrückschlag zu vermeiden.

[0005] Synthesegas-Vormischbrenner zeichnen sich dadurch aus, dass in ihnen Synthesegase als Brennstoff verwendet werden. Verglichen mit den klassischen Turbinenbrennstoffen Erdgas und Erdöl, die im Wesentlichen aus Kohlenwasserstoffverbindungen bestehen, sind die brennbaren Bestandteile der Synthesegase im Wesentlichen Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Abhängig vom Vergasungsverfahren und dem Gesamtanlagenkonzept ist der Heizwert des Synthesegases etwa 5- bis 10-mal kleiner als der von Erdgas.

[0006] Bedingt durch den geringen Heizwert müssen demzufolge hohe Volumenströme an Brenngas in die Brennkammer eingeleitet werden. Dies hat zur Folge, dass für die Verbrennung von niederkalorischen Brennstoffen, wie zum Beispiel Synthesegasen, deutlich größere Eindüsquerschnitte notwendig sind als bei herkömmlichen hochkalorischen Brenngasen. Um niedrige NOx-Werte zu erzielen ist jedoch notwendig Synthesegas in einem Vormischbetrieb zu verbrennen.

[0007] Neben der stöchiometrischen Verbrennungstemperatur des Synthesegases ist die Mischungsgüte zwischen Synthesegas und Verbrennungsluft an der Flammenfront eine wesentliche Einflussgröße zur Vermeidung von Temperaturspitzen und somit zur Minimierung der thermischen Stickoxidbildung. Eine räumlich gute Mischung von Verbrennungsluft und Synthesegas ist aufgrund der hohen Volumenströme an erforderli-

chem Synthesegas und der entsprechend großen räumlichen Ausdehnung des Mischungsgebiets besonders schwierig. Andererseits ist eine möglichst geringe Stickoxidproduktion schon aus Gründen des Umweltschutzes und entsprechenden gesetzlichen Richtlinien für Schadstoffemission eine wesentliche Anforderung an die Verbrennung, insbesondere an die Verbrennung in der Gasturbinenanlage eines Kraftwerks. Die Bildung von Stickoxiden erhöht sich exponentiell rapide mit der Flammentemperatur der Verbrennung. Bei einer inhomogenen Mischung von Brennstoff und Luft ergibt sich eine bestimmte Verteilung der Flammentemperaturen im Verbrennungsbereich. Die Maximaltemperatur einer solchen Verteilung bestimmen nach dem genannten exponentiellen Zusammenhang von Stickoxidbildung und Flammentemperatur maßgeblich die Menge der gebildeten unerwünschten Stickoxide.

[0008] Um eine hinreichende Vermischung zwischen Brennstoff und Luft zu gewährleisten, ist eine ausreichende Eindringtiefe der einzelnen Brennstoffstrahlen in den Luftmassenstrom notwendig. Im Vergleich zu hochkalorischen Brennergasen wie Erdgas sind jedoch entsprechend größere, freie Eindüsquerschnitte erforderlich. Dies hat zur Folge, dass die Brennstoffstrahlen die Luftströmung empfindlich stören, was letztendlich zu einer lokalen Ablösung der Luftströmung in Nachlaufgebiet der Brennstoffstrahlen führt. Die sich ausbildenden Rückströmgebiete innerhalb des Brenners sind unerwünscht und insbesondere bei der Verbrennung von hoch reaktivem Synthesegas unbedingt zu vermeiden. Im Extremfall führen diese lokalen Rückströmgebiete innerhalb der Mischzone des Brenners zu einem Flammenrückschlag in die Vormischzone und somit zu einer Brennerschädigung.

[0009] Auch die hohe Reaktivität von Synthesegas, insbesondere bei hohem Wasserstoffanteil erhöht die Gefahr eines Flammenrückschlags.

[0010] Weiterhin führen die größeren Eindüsquerschnitte, welche für das Synthesegas notwendig sind, zumeist zu einer schlechten Vormischung von Luft und Synthesegas, woraus eben jene hohen, unerwünschten NOx-Werte erzielt werden.

[0011] Durch den hohen Volumenstrom werden zudem häufig Druckverluste bei der Eindüsung erzielt.

[0012] Die Durchmischung von Synthesegas mit Luft wird beispielsweise mit Verwirbelungselementen, wie z.B. in der EP 1 645 807 A1, vorgenommen oder mit einer Eindüsung des Gases quer zum Luftstrom. Diese führen jedoch zu einem erheblichen unerwünschten Druckverlust und können unerwünschte Nachlaufgebiete welche zu Flammenrückschlag führen hervorrufen.

[0013] Ausgehend von dieser Problematik ist die Aufgabe der Erfindung eine Brennstoffdüse, insbesondere für die Zufuhr von Synthesegase, anzugeben, die bei der Verbrennung zu einer niedrigeren Stickoxidbildung führt.

[0014] Diese Aufgabe wird durch die Angabe einer Brennstoffdüse gelöst, umfassend einem Düsenrohr und einer Düsenaustrittsöffnung, wobei das Düsenrohr mit

einer Brennstoffzufuhrleitung in Verbindung steht, zum zuführen eines Brennstoffs in das Düsenrohr, wobei der Brennstoff aus der Düsenaustrittsöffnung in einen Luftstrom, welcher die Brennstoffdüse im wesentlichen ringförmig umgibt eingedüst wird, wobei ein bis zur Düsenaustrittsöffnung reichender erster Düsenrohrabschnitt blütenförmig ausgebildet ist und zwar dergestalt, dass eine im wesentlichen koaxiale Eindüsung des Brennstoffs in den Luftstrom durchführbar ist.

[0015] Die Erfindung geht von der Tatsache aus, dass gerade für große Volumenströme an Brennstoff wie beispielsweise Synthesegas große Eindüsequerschnitte zur Verfügung gestellt werden müssen, was mit hohen Druckverlusten verbunden ist. Weiterhin ist jedoch um gute NOx-Werte zu erzielen, gerade der Vormischmodus mit einer guten Vermischung notwendig. Die im Stand der Technik genutzten Verwirbelungselemente sowie die Einströmung des Brennstroms quer zum Luftstrom führen jedoch zu einem erheblich unerwünschten Druckverlust, der wiederum zu schlechten NOx-Werten führt.

[0016] Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass eine Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Synthesegasstrom eine wesentliche Verbesserung der Durchmischung hervorruft. Dieser Effekt ist insbesondere dann wesentlich, wenn der Brennstoffstrom und der Luftstrom unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeit aufweisen. Durch die erfindungsgemäße blütenförmige Ausgestaltung des ersten Düsenrohrabschnitts wird dies hervorgerufen. Durch die erfindungsgemäße blütenförmige Ausgestaltung des ersten Düsenrohrabschnitts wird zudem an den Profilhinterkanten ein zweites Strömungsfeld, d.h. gewünschte berechenbare Verwirbelungen ausgebildet, was wiederum die Durchmischung verbessert. Auch dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Brennstoffstrom und der Luftstrom unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeit aufweisen. Die erfindungsgemäße blütenförmige Ausgestaltung des ersten Düsenrohrabschnitts ermöglicht weiterhin eine koaxiale Eindüsung des Brennstoffs in den Luftstrom. Dadurch werden die im Stand der Technik unerwünschten hohen Druckverluste vermieden. Dies erlaubt ein betreiben der Düse im Vormischmodus, auch bei hohen Volumenströmen an Brennstoff, wie z.B. dies bei Synthesegas der Fall ist.

[0017] Vorteilhafterweise weist die Düsenaustrittsöffnung der Brennstoffdüse eine geschlossene Blütennarbe auf. Bevorzugt läuft die Blütennarbe in Strömungsrichtung spitz zu. Durch die Blütennarbe, welche symmetrisch um die Mitte der als Blüte ausgestalteten Düsenaustrittsöffnung angeordnet ist, wird eine durchgängig flächige Vermischung des Brennstoffs und der Luft erzwungen. Dies ist vor allem für den Brennstoff, welcher durch den mittleren Bereich der Düsenaustrittsöffnung geführt wird, von Vorteil. Durch die Ausgestaltung der Düsenaustrittsöffnung mit einer Blütennabe wird quasi die Kontaktfläche zwischen Brennstoff und Luft weiter erhöht, was sich positiv auf die Durchmischung auswirkt. Es ist jedoch weiterhin eine koaxiale Einströmung des

Brennstoffs in den Luftstrom möglich, wodurch trotz der verbesserten Durchmischung lediglich ein vernachlässigbarer Druckverlust entsteht.

[0018] Bevorzugt ist die Blütennarbe doppel-konisch ausgebildet. Dadurch lassen sich Grenzschichtablösungen vermeiden sowie die Gefahr des Flammenrückschlags durch Rücklaufgebiete reduzieren.

[0019] In bevorzugter Ausgestaltung weist die Blütennarbe Einkerbungen auf. Diese Einkerbungen sind auf der Blütennabe in Korrespondenz mit den einzelnen Blütenblättern angebracht oder aber in Korrespondenz mit den Profilhinterkanten. Diese Einkerbungen dienen im Wesentlichen dazu einen glatten Durchgang für den Brennstoff zu schaffen, d.h. der Austritt des Brennstoffes aus der Brennstoffdüse erfolgt ohne unerwünschte und unberechenbare Verwirbelungen. Somit können Grenzschichtablösungen vermieden werden und die Gefahr des Flammenrückschlags durch Rücklaufgebiete reduziert werden.

[0020] Vorteilhafterweise sind die Einkerbungen geradlinig in Strömungsrichtung und/oder verwunden angebracht. Dadurch kann dem Luftstrom oder dem Brennstoffstrom ein Drall bei der Eindüsung aufgeprägt werden.

[0021] Bevorzugt verjüngt der erste Düsenrohrabschnitt sich in Strömungsrichtung. Dadurch wird eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoffs erzielt.

[0022] Bevorzugt ist die Blütenform des ersten Düsenrohrabschnitts sägezahnartig ausgebildet. Durch die Sägezähne werden berechenbare Verwirbelungen in dem Strömungsfeld ausgebildet, welche eine bessere Durchmischung des Brennstoffs mit dem Luftstrom hervorrufen. Da jedoch eine koaxiale Eindüsung weiterhin gewährleistet ist, erfolgt bei dieser Ausgestaltung der Brennstoffdüse keine Erhöhung des Druckverlusts.

[0023] In bevorzugter Ausgestaltung ist ein zweiter Düsenrohrabschnitt vorhanden, an welchen sich der erste Düsenrohrabschnitt in Strömungsrichtung anschließt, wobei der zweite Düsenrohrabschnitt sich in Strömungsrichtung verjüngt. Dadurch kann eine weitere Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoffs erzielt werden.

[0024] Bevorzugt schließt sich der sägezahnartige erste Düsenrohrabschnitt in horizontaler Richtung dem zweiten Düsenrohrabschnitt an. In bevorzugter Ausgestaltung schließt sich der sägezahnartige erste Düsenrohrabschnitt gegenüber dem Horizont geneigt dem zweiten Düsenrohrabschnitt an. Dadurch wird die Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoffs erhöht.

[0025] In bevorzugter Ausgestaltung ist die Brennstoffdüse in einem Brenner vorhanden. Dies ist insbesondere ein Synthesegasbrenner, welcher in einem Vormischmodus betrieben wird. Der Brenner kann dabei als Zweio- oder Mehrstoffbrenner ausgelegt sein, welcher zudem mit beispielsweise Erdgas im Vormischmodus betrieben werden kann. Vorteilhafterweise ist der Brenner in einer Gasturbine vorhanden.

[0026] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nun anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

[0027] Darin zeigt in vereinfachter und nicht maßstäblicher Darstellung:

- Fig. 1 eine Brennstoffdüse nach der Erfindung,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch die Brennstoffdüse der Erfindung,
- Fig. 3 ein Diagramm für den Vermischungsgrad,
- Fig. 4 eine weitere Brennstoffdüse nach der Erfindung mit Blütennabe,
- Fig. 5 eine weitere Brennstoffdüse nach der Erfindung mit horizontalen Sägezähnen,
- Fig. 6 eine weitere Brennstoffdüse nach der Erfindung mit geneigten Sägezähnen.

[0028] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0029] Aufgrund des hohen Erdgaspreises wird die derzeitige Entwicklung von Gasturbinen in Richtung alternative Brennstoffe wie zum Beispiel Synthesegas gefördert. Die Herstellung von Synthesegas kann prinzipiell aus festen, flüssigen und gasförmigen Edukten erfolgen. Bei der Herstellung von Synthesegas aus festen Edukten ist vor allem die Kohlevergasung zu nennen. Kohle wird hierbei in einer Mischung aus partieller Oxidation und Vergasung mit Wasserdampf zu einem Gemisch aus CO und Wasserstoff umgesetzt. Neben Kohle ist prinzipiell auch der Einsatz anderer Feststoffe wie z.B. Biomasse und Koks zu nennen. Als flüssige Edukte für Synthesegas können unterschiedliche Rohödestillate eingesetzt werden, als wichtigstes gasförmiges Edukt ist Erdgas zu nennen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der niedrige Heizwert bei Synthesegas zur Folge hat, dass wesentlich höhere Volumenströme der Brennkammer zur Verbrennung zugeführt werden müssen, als dies bei z.B. Erdgas der Fall ist. Dies hat zur Folge, dass große Eindüsequerschnitte für den Volumenstrom des Synthesegases bereitgestellt werden müssen. Diese führen jedoch zu einer schlechten Vormischung von Luft und Synthesegas, woraus eben hohe, unerwünschte NO_x-Werte erzielt werden. Durch den hohen Volumenstrom werden zudem häufig Druckverluste bei der Eindüsung erzielt. Um eine gute Durchmischung zu erzielen werden Verwirbelungselemente genutzt oder das Synthesegas quer zum Luftstrom eingeströmt. Daraus resultiert jedoch ein erheblicher unerwünschter Druckverlust. Weiterhin können Nachlaufgebiete ausgebildet werden, welche zu einem Flammenrückschlag führen. Dies wird nun mithilfe der Erfindung vermieden.

[0030] Fig. 1 zeigt eine Brennstoffdüse nach der Erfindung. Diese weist ein Düsenrohr 2 und einer Düsenaustrittsöffnung 10 auf. Das Düsenrohr 2 steht dabei mit einer Brennstoffzufuhrleitung (nicht gezeigt) in Verbindung, welche Brennstoff dem Düsenrohr 2 zuführt. Der Brennstoff wird aus der Düsenaustrittsöffnung 10 in einen Luftstrom 8, welcher die Brennstoffdüse ringförmig umgibt,

eingedüst. Der bis zur Düsenaustrittsöffnung 10 reichende erste Düsenrohrabschnitt 4 ist blütenförmig 6 ausgebildet und zwar dergestalt, dass eine im Wesentlichen koaxiale Eindüsung des Brennstoffs in den Luftstrom 4 durchführbar ist. Das Synthesegas wird dabei innerhalb des Düsenrohrs 2 geführt. Fig. 2 zeigt einen Querschnitt einer solchen Düsenaustrittsöffnung 10 mit sechs einzelnen Blüten. Die Anzahl der Blüten ist dabei vor allem von den einzelnen Brenntypen bzw. Gasturbinentypen abhängig und kann variieren. Der Düsenrohrabschnitt 4 und die Düsenaustrittsöffnung 10 stellen durch ihre erfindungsgemäße blütenförmige Ausgestaltung 6 eine größere Kontaktfläche zwischen Synthesegasstrom und Luftstrom 8 her. Dadurch wird eine verbesserte Vermischung zwischen Synthesegas und Luftstrom 8 ohne erhöhten Druckverlust erzielt. Diese Ausgestaltung ist insbesondere von Vorteil, wenn der Luftstrom 8 und der Synthesegasstrom unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten aufweisen. Weiterhin hat diese blütenförmige Ausgestaltung 6 den wesentlichen Vorteil, dass sich ein zweites Strömungsfeld ausbildet, insbesondere an den Profilhinterkanten der einzelnen Blüten. Hier werden Wirbelstrukturen ausgebildet. Auch dies trägt wesentlich dazu bei, die Vermischung zu verbessern, insbesondere wenn ein wesentlicher Unterschied in den Strömungsgeschwindigkeiten des Synthesegases und des Luftstroms 8 vorliegt.

[0031] Fig. 3 zeigt beispielhaft als Diagramm die verbesserte Einmischung einer erfindungsgemäßen Brennstoffdüse, hier in der Figur 3 mit b angegeben, im Vergleich zu einer Brennstoffdüse nach dem Stand der Technik, hier zum Beispiel ein ringförmiges, sich verjüngendes Düsenrohr nach dem Stand der Technik (in der Figur 3 mit a angegeben). Dabei ist auf der y-Achse der Nicht-Vermischungsgrad angegeben. Die erfindungsgemäße Brennstoffdüse weist eine höhere Vermischung auf, jedoch aufgrund der koaxialen Eindüsung mit niedrigerem Druckverlust.

[0032] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Brennstoffdüse. Diese weist an der blütenförmigen Düsenaustrittsöffnung 10 mittig eine konische Blütennabe 14 auf. Dabei kann die Blütennabe 14 einfach-konisch oder doppel-konisch ausgebildet sein. Dies hat den Vorteil, dass ein glatte Übergang der beiden Ströme ineinander gewährleistet ist. Weiterhin verhindert diese Ausgestaltung eine Grenzschichtablösung oder die Ausbildung von Rückströmungsgebieten, welche einen Flammenrückschlag hervorrufen können.

[0033] Vorteilhafterweise können in der konischen Blütennabe 14 Einkerbungen 16 angebracht sein. Diese sind vorteilhafterweise zum einen in ihrer radialen Ausdehnung und Anbringung in Übereinstimmung mit den einzelnen Blüten angebracht, das heißt die Einkerbung 16 und die Blüten liegen sich gegenüber. Damit wird eine glatte Austrittsfläche für das Synthesegas erzielt. Zum anderen sind weitere Einkerbungen 16 angebracht, welche den Profilhinterkanten 20 gegenüberliegen und in ihrer radialen Breite im Wesentlichen mit diesen über-

einstimmt. Diese erzielen eine glatte Austrittsfläche für den Luftstrom 8. Die Einkerbungen 16 können geradlinig in Strömungsrichtung oder aber verwunden sein, um so eine Verwirbelung der Luft bzw. des Brennstoffs zu erzielen.

[0034] Mit der Ausgestaltung einer Blütennabe 14 wird also die Vermischung in der Mitte der blütenförmigen 6 Brennstoffdüse (also um die Eindüseachsen herum) verbessert. Mithilfe der Blütennabe 14 wird somit auch in der Blütenmitte eine Vermischung des Synthesegasstroms mit dem Luftstrom 8 erzielt, in dem nochmals die Kontaktfläche zwischen Synthesegasstrom und Luftstrom 8 vergrößert wird. Dadurch ist eine durchgängig flächige Durchmischung möglich. Aufgrund der coaxialen Eindüsung ist der Druckverlust trotz der flächigen und damit sehr guten Durchmischung jedoch gering.

[0035] Fig. 5 zeigt eine Brennstoffdüse bei der die Blütenform 8 spitz zulaufende Blüten aufweist, das heißt im Wesentlichen sägezahnartig ausgebildet ist. Dabei sind diese Sägezähne 22 an einem ersten Rohrabschnitt 4 angebracht. Dieser erste Rohrabschnitt 4 kann dabei in Strömungsrichtung einen gleichbleibenden Rohrdurchmesser aufweisen (d.h. die Sägezähne 22 sind im Wesentlichen horizontal) oder aber in Strömungsrichtung verjüngt sein (d.h. die Sägezähne 22 sind gegenüber der Horizontlinie 26 geneigt, Fig. 6). Ein zweiter Rohrabschnitt 24, an den sich der erste Rohrabschnitt 4 in Strömungsrichtung anschließt, kann zur besseren Eindüsung in Strömungsrichtung verjüngt sein. Die Ausgestaltung der Brennstoffdüse mit Sägezähnen 22 ist von wesentlichen Vorteil, da somit gewünschte Verwirbelungen im Strömungsfeld erzeugt werden, was wiederum die Vermischung zwischen Synthesegas und Luftstrom 8 verbessert.

[0036] Auch hier ist jedoch aufgrund der coaxialen Eindüsung der Druckverlust trotz der flächigen und damit sehr guten Durchmischung jedoch gering.

[0037] Mit der erfindungsgemäßen Brennstoffdüse wird eine gute Durchmischung zwischen volumenreichen Synthesegas und Luft ermöglicht. Aufgrund der coaxialen Eindüsung ist jedoch der Druckverlust gering. Entstehende Druckverluste, die beispielsweise durch das alleinige Anbringen von Verwirbelungselementen hervorgerufen werden, sind dadurch vermieden. Dadurch wird ein betreiben im Vormischmodus gefördert, was sich wiederum positiv auf die NO_x-Werte auswirkt. Mit der erfindungsgemäßen Brennstoffdüse ist es auch möglich eine sogenannte Backup-Brennstoff Leitung zu integrieren, da Synthesegas-Brenner jeweils nicht nur mit einem Brennstoff, sondern möglichst mit verschiedenen Brennstoffen, beispielsweise Öl, Erdgas und/oder Kohlegas wahlweise oder sogar in Kombination betreibbar sein sollen, um die Versorgungssicherheit und Flexibilität beim Betrieb zu erhöhen. Mittels dieser Erfindung ist es möglich dieselbe Düse für Erdgas (bzw. verdünntes Erdgas) oder Synthesegas zu benutzen. Dies vereinfacht die Bauweise des Brenners und reduziert Bauteilkomponenten wesentlich.

[0038] Die hier vorgestellte Brennstoffdüse ist jedoch nicht nur auf das Betreiben mit Synthesegas beschränkt, vielmehr kann sie mit jedem Brennstoff vorteilhaft betrieben werden. Dieser Vorteil besonders bei volumenreichen Brennstoffstrom hervorzuheben. Besonders eignet sich die erfindungsgemäße Brennstoffdüse im Vormischbetrieb.

10 Patentansprüche

1. Brennstoffdüse umfassend einem Düsenrohr (2) und einer Düsenaustrittsöffnung (10), wobei das Düsenrohr (2) mit einer Brennstoffzufuhrleitung in Verbindung steht zum zuführen eines Brennstoffs in das Düsenrohr (2), wobei der Brennstoff aus der Düsenaustrittsöffnung (10) in einen Luftstrom (8), welcher die Brennstoffdüse im wesentlichen ringförmig umgibt, eingedüst wird,
dadurch gekennzeichnet, dass ein bis zur Düsenaustrittsöffnung (10) reichender erster Düsenrohrabschnitt (4) blütenförmig (6) ausgebildet ist und zwar dergestalt, dass eine im wesentlichen coaxiale Eindüsung des Brennstoffs in den Luftstrom (8) durchführbar ist.
2. Brennstoffdüse nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenaustrittsöffnung (10) eine geschlossene Blütennarbe (14) aufweist.
3. Brennstoffdüse nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blütennarbe (14) in Strömungsrichtung spitz zuläuft.
4. Brennstoffdüse nach einem der Ansprüche 2-3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blütennarbe (14) doppel-konisch ausgebildet ist.
5. Brennstoffdüse nach einem der Ansprüche 2-4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blütennarbe (14) Einkerbungen (16) aufweist.
6. Brennstoffdüse nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einkerbungen (16) geradlinig in Strömungsrichtung und/oder verwunden aufgebracht sind.
7. Brennstoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Düsenrohrabschnitt (4) sich in Strömungsrichtung verjüngt.
8. Brennstoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blütenform (6) des ersten Düsenrohrabschnitt (4) sägezahnartig ausgebildet ist.

9. Brennstoffdüse nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Düsenrohrabschnitt (24) vorhanden ist, an welchen sich der erste Düsenrohrabschnitt (4) in Strömungsrichtung anschließt, wobei der zweite Düsenrohrabschnitt (24) sich in Strömungsrichtung verjüngt. 5
10. Brennstoffdüse nach einer der Ansprüche 8 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der sägezahnartige erste Düsenrohrabschnitt (4) in horizontaler Richtung dem zweiten Düsenrohrabschnitt (24) anschließt. 10
11. Brennstoffdüse nach einer der Ansprüche 8 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der sägezahnartige erste Düsenrohrabschnitt (4) gegenüber dem Horizont geneigt dem zweiten Düsenrohrabschnitt (24) anschließt. 15
12. Brenner mit einer Brennstoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 20
13. Gasturbine mit einem Brenner nach Anspruch 12.

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

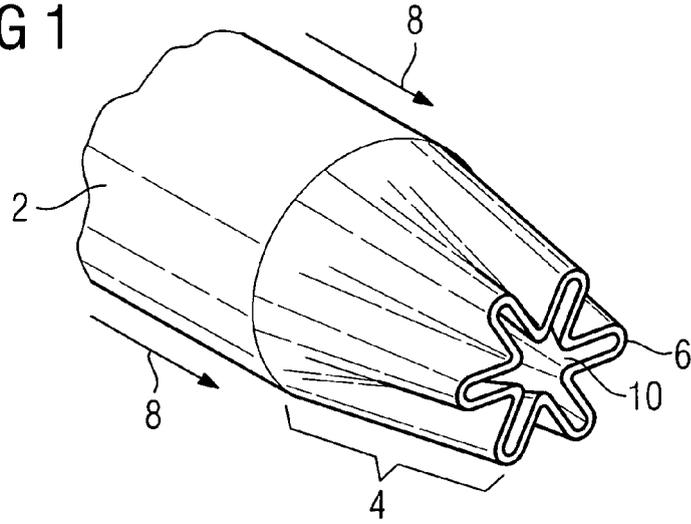


FIG 2

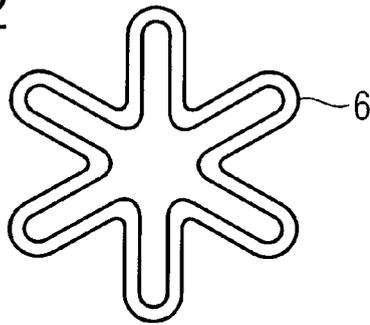


FIG 3

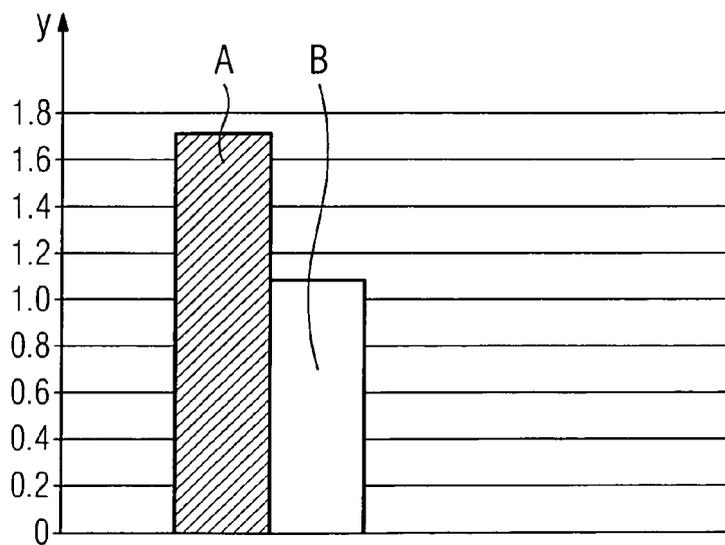


FIG 4

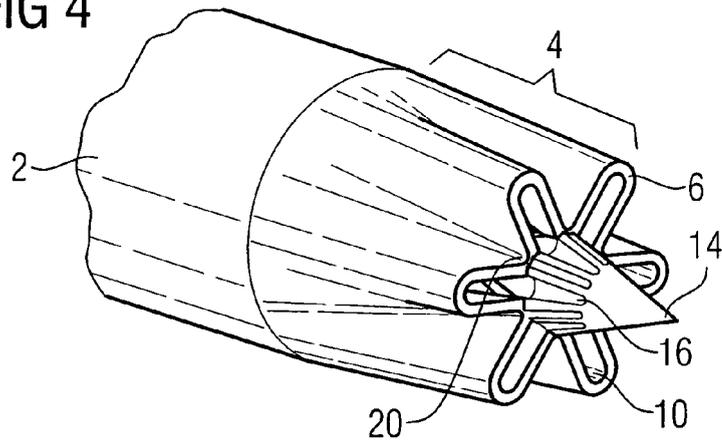


FIG 5

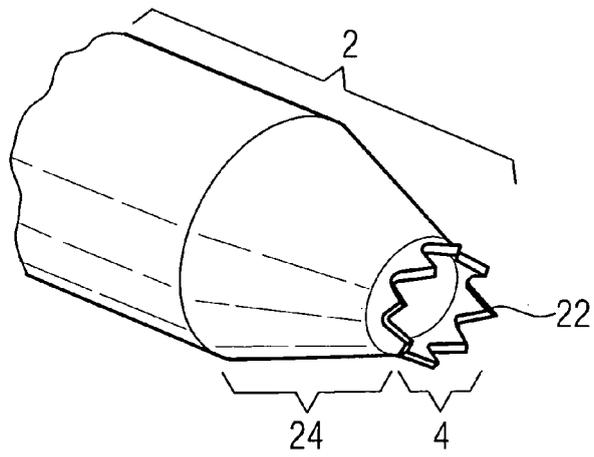
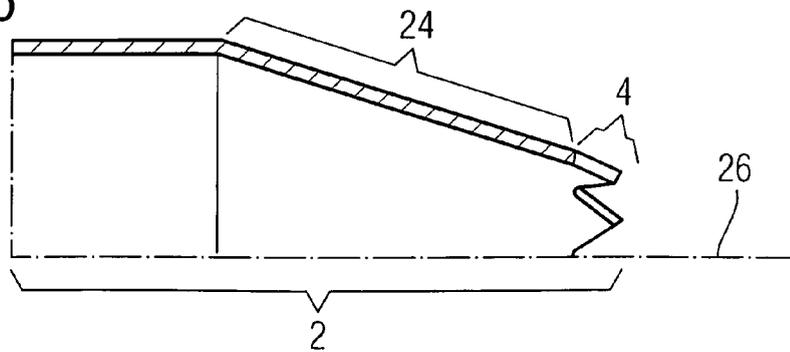


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 08 01 7127

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	US 2005/097889 A1 (PILATIS NICKOLAOS [GB] ET AL) 12. Mai 2005 (2005-05-12) * Seite 2, Absatz 21 - Absatz 25 * * Seite 3, Absatz 36 - Absatz 38 * * Seite 3, Absatz 40 - Seite 4, Absatz 48; Abbildungen 2-5 *	1,7-13 2,3,5,6	INV. F23D14/08 F23D14/58 F23R3/28
Y	GB 173 901 A (AIRD KENNETH, WORTLEY W. GEORGE) 15. Oktober 1920 (1920-10-15) * Seite 1, Zeile 9 - Zeile 27 * * Seite 1, Zeile 86 - Seite 2, Zeile 31 * * Abbildungen 1-3 *	2,3,5,6	
X	US 2004/146821 A1 (JOSHI MAHENDRA LADHARAM [US]) 29. Juli 2004 (2004-07-29) * Seite 1, Absatz 1 * * Seite 3, Absatz 49 - Seite 4, Absatz 53 * * Seite 4, Absatz 63 - Absatz 64 * * Abbildungen 1,2,6A,6B *	1,7,8, 12,13	
X	WO 99/06767 A (SIEMENS AG [DE]; BECKER BERNARD [DE]) 11. Februar 1999 (1999-02-11) * Seite 9, Zeile 32 - Seite 12, Zeile 18 * * Abbildungen 5-7 *	1,12,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23D F23R
X	EP 1 892 472 A (SIEMENS AG [DE]) 27. Februar 2008 (2008-02-27) * Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 19 * * Spalte 5, Zeile 36 - Spalte 6, Zeile 30; Abbildungen 1,2 *	1,12,13	
X	US 2 121 948 A (BORLAND CARL A) 28. Juni 1938 (1938-06-28) * Seite 2, Zeile 11 - Zeile 17 * * Anspruch 7; Abbildungen 7,8 *	1,8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlussdatum der Recherche 8. Dezember 2008	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P04CO3)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 7127

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-12-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005097889 A1	12-05-2005	EP 1391653 A2	25-02-2004
GB 173901 A		KEINE	
US 2004146821 A1	29-07-2004	EP 1443271 A1 US 2004195402 A1	04-08-2004 07-10-2004
WO 9906767 A	11-02-1999	KEINE	
EP 1892472 A	27-02-2008	WO 2008019969 A1	21-02-2008
US 2121948 A	28-06-1938	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1645807 A1 [0012]