

(19)



(11)

EP 3 324 113 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.05.2018 Patentblatt 2018/21

(51) Int Cl.:
F23D 14/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16199240.9**

(22) Anmeldetag: **17.11.2016**

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

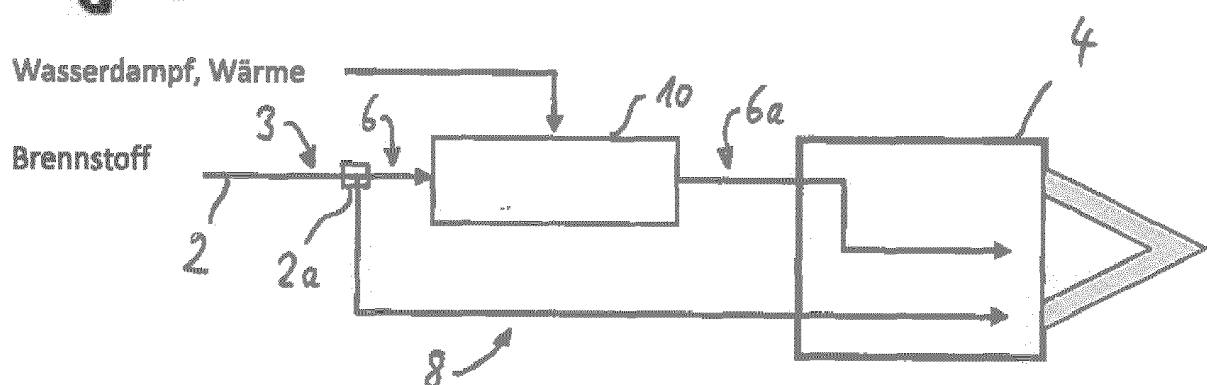
(72) Erfinder: **Schmidt, Thomas**
01796 Pirna (DE)

(74) Vertreter: **Philipp, Matthias**
Boehmert & Boehmert
Anwaltspartnerschaft mbB
Pettenkoferstrasse 22
80336 München (DE)

(71) Anmelder: **Saacke GmbH**
28237 Bremen (DE)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES GASBRENNERS

(57) Verfahren zum Betreiben eines Gasbrenners (4), der zur Stabilisierung einer von einem Hauptbrenner erzeugten Hauptflamme mit einer Pilotbrennereinrichtung versehen ist, wobei dem Hauptbrenner ein zu mindestens 70 Vol. % aus CH₄ bestehender Hauptbrennstoffstrom und der Pilotbrennereinrichtung ein Pilotbrennstoffstrom zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein erster Teil des Pilotbrennstoffstroms vor der Einleitung in die Pilotbrennereinrichtung in einer Reformierungsstation (10) einer Dampfreformierung unverzogen und ein reformierter Pilotbrennstoffstrom (6a) erzeugt wird, und der deformierte Pilotbrennstoffstrom bei Einleitung in die Pilotbrennereinrichtung mindestens 10 Vol. % CO, 30 Vol. % H₂ und 0,5 Vol. % H₂O enthält, die zumindest teilweise durch die Dampfreformierung zumindest des ersten Teils des Pilotbrennstoffstroms gebildet werden sind, sowie Brennvorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Fig. 1**EP 3 324 113 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Gasbrenners, der zur Stabilisierung einer von einem Hauptbrenner erzeugten Hauptflamme mit einer Pilotbrennereinrichtung versehen ist, wobei dem Hauptbrenner ein zu mindestens 70 Vol.% aus CH_4 bestehender Hauptbrennstoffstrom und dem Pilotbrenner ein Pilotbrennstoffstrom zugeführt werden, sowie eine Brennvorrichtung zum Durchführen eines derartigen Verfahrens, mit einem Gasbrenner, der einen Hauptbrenner zum Erzeugen einer Hauptflamme und einer Pilotbrennereinrichtung zum Erzeugen einer Pilotflamme zur Stabilisierung der Hauptflamme umfasst, einer Brennstoffzuführung zum Zuführen des Hauptbrennstoffstroms und einer Pilotbrennstoffzuführung zum Zuführen des Pilotbrennstoffstroms. Bei der Pilotbrennereinrichtung handelt es sich je nach Brennerbauart um einen eigenständigen Pilotbrenner, der mit einer separaten Luft- und Pilotbrennstoffzufuhr versehen ist, oder um eine Primärstufe des Hauptbrenners, deren Luftzufuhr über die Luftzufuhr des Hauptbrenners erfolgen kann.

[0002] Moderne Brenner mit niedrigstmöglichen NO_x -Werten im Abgas (Low- NO_x -Brenner) arbeiten mit ausgefeilten Flammenstabilisierungsmechanismen, wobei die Ausbildung einer stabilen primären Verbrennungszone direkt am Brenneraustritt mit Verbindung in die sekundären und gegebenenfalls tertiären Verbrennungszonen wichtig ist. Häufig wird auch eine feuerrauminterne oder externe Abgasrezirkulation zur Senkung der NO_x -Werte eingesetzt.

[0003] Obwohl es sich bei der Abgasrezirkulation seit Jahrzehnten um eine anerkannte und bewährte NO_x -Minderungsmaßnahme handelt, werden deren Grenzen durch die Minderung der Flammenstabilität definiert. Durch Absenkung des O_2 -Partialdrucks im Luft-Abgasgemisch werden die Reaktionsgeschwindigkeiten gesenkt, und durch den Ballast in Form von Inertgasanteilen sinkt die maximal mögliche Flammentemperatur ab. Dies senkt einerseits die Reaktionsgeschwindigkeit, vermindert aber auch die Gefahr von heißen Zonen, in denen bei Anwesenheit von Sauerstoff NO_x gebildet wird. Faktoren, die auf die maximal mögliche Abgasrezirkulationsrate Einfluss haben, sind beispielsweise die Flammengeschwindigkeit des Brenngas-Oxidationsmittelgemischs, Turbulenz und Drallzahl bzw. Drallstärke im Brennerbereich, Größe und Lage der internen Rückströmzonen im Brennerbereich sowie die Temperatur im Feuerraum (Rückstrahlung in die Flammenfront).

[0004] Der Flammenstabilität in der primären Verbrennungszone kommt für eine kontinuierliche, pulsationsfreie Flammenausbildung eine elementare Bedeutung zu. Auch ist eine stabile Verbindung zwischen primärer und sekundärer Verbrennungszone wichtig.

[0005] Insbesondere bei der Verbrennung von Methangas (z. B. Erdgas L, Erdgas H, Biogas usw.) gestaltet sich die Ausbildung einer stabilen Primärflamme häufig schwierig. Über den Regelbereich des Brenners herrschen sehr unterschiedliche Verhältnisse in Bezug auf die Strömungsgeschwindigkeit und Turbulenz, die Temperatur sowie zum Teil auch der Stöchiometrie in diesem Gebiet und um die Primärzone herum. Methan besitzt mit 610°C im Vergleich zu anderen gasförmigen Kohlenwasserstoffverbindungen und flüssigen Brennstoffen eine relativ hohe Zündtemperatur. Auch sind die Zündgrenzen für Methan bzw. Erdgase im Vergleich zu anderen Brenngasen wie z.B. Wasserstoff oder Kohlenmonoxid sehr eng begrenzt. Weiterhin rücken die obere und die untere Zündgrenze unabhängig von der Inertgasart mit sinkendem O_2 -Gehalt im Gemisch enger zusammen. Dies erklärt die sich vergrößernden Herausforderungen zur Stabilisierung einer Primär- bzw. Pilotflamme bei steigenden externen Abgasrezirkulationsraten.

[0006] Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Zündverzugszeit eines Brenngas-Luftgemischs, welche Aufschluss über die Kinetik der Reaktionen im Bereich der initialen Zündung gibt. Die Zündverzugszeit von reinen Methan-Luftgemischen ist groß im Vergleich zu Mischungen von Methan mit Ethan, Propan, Wasserstoff oder flüssigen Brennstoffen. In manchen Fällen werden separate Gaspilotbrenner zur Stabilisierung der Flammenausbildung des Hauptbrenners eingesetzt. Diese sind in der Regel mit festen Werten für Brenngasdruck und Zündluftdruck eingestellt, um den regelungstechnischen Aufwand zu begrenzen. Daraus resultiert bei stark variablen Bedingungen wie z. B. sich änderndes Strömungsprofil am Austritt, schwankende Temperatur- bzw. Druckverhältnisse im Feuerraum oder unterschiedliches Sauerstoffangebot in der Umgebung, dass sich die Pilotbrennerflamme nur in begrenzten Parameterbereichen stabil ausbilden kann.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein gattungsgemäßes Verfahren und einen gattungsgemäßen Brenner dahingehend zu verbessern, dass die primäre Verbrennungszone auch auf niedrigerem Temperaturniveau besser bzw. stärker stabilisiert werden kann, wobei ein größerer Luftzahlbereich in dieser Zone beherrscht werden soll und eine stabile Flammenausbildung auch dann noch ermöglicht werden soll, wenn der Sauerstoffpartialdruck im Oxidationsmittel durch Zugabe von Inertgasen, insbesondere durch interne oder externe Abgasrezirkulation, deutlich vermindert ist.

[0008] Im Hinblick auf das Verfahren wird die vorgenannte Aufgabe bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, dass zumindest ein erster Teil des Pilotbrennstoffstroms vor der Einleitung in die Pilotbrennereinrichtung in einer Reformierungsstation einer Dampfpreformierung unterzogen und ein reformierter Pilotbrennstoffstrom erzeugt wird, und der reformierte Pilotbrennstoffstrom bei Einleitung in die Pilotbrennereinrichtung mindestens 10 Vol.% CO , 30 Vol.% H_2 und 0,5 Vol.% H_2O enthält, die zumindest teilweise durch die Dampfpreformierung zumindest des ersten Teils des Pilotbrennstoffstroms gebildet worden sind. Der reformierte Pilotbrennstoffstrom kann bei Einleitung in die Pilotbrennereinrichtung mindestens 5, 10, 15, 20 oder 25 Vol.% CO , 20, 30, 40, 50, 60, 70, oder 75 Vol.% H_2 und mindestens 1,5, 2 oder

3 Vol.% H₂O enthalten.

[0009] Es kann vorgesehen sein, dass der erste Teil des Pilotbrennstoffstroms, der einer Dampfreformierung unterzogen wird, mindestens 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% oder 90% des Pilotbrennstoffstroms beträgt.

[0010] Die Dampfreformierung kann bei einer Reformierungstemperatur von mindestens 800°C durchgeführt werden, und als Katalysator für die Dampfreformierung kann Nickel verwendet werden. Die Wärmeenergie, die zur Aufheizung des Pilotbrennstoffstroms und des benötigten Wassers oder Dampfs auf die Reformierungstemperatur benötigt wird, kann der Hauptflamme oder einem mit dem Gasbrenner verbundenen Feuerraum entnommen werden, jedoch auch aus einer externen Quelle zur Verfügung gestellt werden.

[0011] Die Erfindung sieht weiter bevorzugt vor, dass ein zweiter Teil des Pilotbrennstoffstroms in der Reformierungsstation partiell oxidiert wird. Der zweite Teil kann so groß sein, dass eine autotherme Reformierung des gesamten Pilotbrennstoffstroms erzielt wird.

[0012] Es kann vorgesehen sein, dass der Pilotbrennstoffstrom einem zugeführten Brennstoffstrom an einer Durchflussregelstation als Teilstrom entnommen wird und ein verbleibender Brennstoffstrom dem Hauptbrennstoffstrom entspricht.

[0013] Als eine Alternative kann vorgesehen sein, dass der Hauptbrennstoffstrom und der Pilotbrennstoffstrom dem Gasbrenner als unabhängig voneinander regelbare bzw. geregelte Gasströme zugeführt werden.

[0014] Als eine weitere Alternative kann vorgesehen sein, dass der Pilotbrennstoffstrom nach der Reformierungsstation in einen primären reformierten Pilotbrennstoffstrom und einen sekundären reformierten Pilotbrennstoffstrom aufgeteilt wird, wobei der primäre reformierte Pilotbrennstoffstrom einer Primärstufe, der sekundäre reformierte Pilotbrennstoffstrom einer Sekundärstufe und der Hauptbrennstoffstrom einer Tertiärstufe des Gasbrenners zugeführt werden. Hierbei bilden die Primär- und die Sekundärstufe die Pilotbrennereinrichtung.

[0015] In vorrichtungsmäßiger Hinsicht wird die Aufgabe der Erfindung durch eine gattungsgemäße Brennvorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens gelöst, die sich durch die Maßnahme auszeichnet, dass der Pilotbrennereinrichtung eine Brennstoffreformierungseinrichtung zur Dampfreformierung zumindest eines ersten Teils des Pilotbrennstoffstroms vorgeschaltet ist.

[0016] Die Brennstoffreformierungseinrichtung kann zur Dampfreformierung von mindestens 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% oder 90% des Pilotbrennstoffstroms eingerichtet sein.

[0017] Die Brennstoffreformierungseinrichtung kann einen Katalysator aufweisen, der Nickel enthält. Es kann eine Einrichtung zum Entnehmen von Wärmeenergie für die Dampfreformierung aus der Hauptflamme oder einem Brennraum und zum Einleiten der Wärme in die Brennstoffreformierungseinrichtung vorgesehen sein, beispielsweise in Form einer Rohrleitung aus hitzebeständigem und chemisch gegenüber dem innerhalb (Dampf und Brenngas) und außerhalb (im Wesentlichen die heißen Flammengase) der Rohrleitung strömenden Stoffen beständigem Material.

[0018] Die Brennstoffreformierungseinrichtung kann für eine partielle Oxidierung eines zweiten Teils des Pilotbrennstoffstroms ausgelegt sein. Der zweite Teil kann so groß sein, dass eine autotherme Reformierung des gesamten Pilotbrennstoffstroms erzielt wird.

[0019] Bevorzugt ist eine Durchflussregeleinrichtung vorgesehen, mit der einem zugeführten Brennstoffstrom der Pilotbrennstoffstrom als Teilstrom entnehmbar ist.

[0020] In einer ersten Alternative kann eine erste Durchflussregeleinrichtung zum Regeln des Pilotbrennstoffstroms und eine zweite Durchflussregeleinrichtung zum unabhängigen Regeln des Hauptbrennstoffstroms vorgesehen sein.

[0021] In einer zweiten Alternative kann der Gasbrenner eine Primärstufe, der über eine erste Durchflussregeleinrichtung ein primärer reformierter Pilotbrennstoffstrom zuführbar ist, eine Sekundärstufe, der über eine zweite Durchflussregeleinrichtung ein sekundärer reformierter Pilotbrennstoffstrom zuführbar ist, und eine Tertiärstufe, der über eine dritte Durchflussregeleinrichtung der Hauptbrennstoffstrom zuführbar ist, umfassen. Hierbei bilden die Primär- und die Sekundärstufe die Pilotbrennereinrichtung.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen erläutert, wobei auf eine Zeichnung Bezug genommen ist, in der

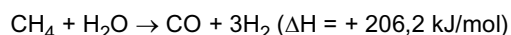
Fig. 1 eine erste Variante einer erfindungsgemäßen Brennvorrichtung anhand einer schematischen Darstellung erläutert,

Fig. 2 eine zweite Variante einer erfindungsgemäßen Brennvorrichtung anhand einer schematischen Darstellung erläutert, und

Fig. 3 eine dritte Variante einer erfindungsgemäßen Brennvorrichtung anhand einer schematischen Darstellung erläutert.

[0023] Fig. 1 zeigt eine erste Variante, bei der nur eine Brennstoffzuführung 2 zum Zuführen eines Brennstoffstroms 3 zu einem Gasbrenner 4 vorgesehen ist. Ein Teilstrom wird als Pilotbrennstoffstrom 6 entnommen, während der ver-

bleibende Brennstoffstrom einen Hauptbrennstoffstrom 8 bildet. Der Pilotbrennstoffstrom 6 wird durch eine Brennstoffreformierungseinrichtung (Dampfreformierungsstation) 10 geleitet, in der der hauptsächlich, d.h. zumindest 90 Vol.%, aus CH₄ bestehende Brennstoff des zugeführten Brennstoffstroms 3 teilweise oder überwiegend in CO und H₂ aufgespalten wird:



[0024] Methan reagiert bei Temperaturen von ca. 800°C am Nickelkontakt mit Wasser zu Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff. Diese Radikale und der entstehende Wasserstoff haben eine deutlich niedrigere Zündtemperatur und auch wesentlich geringere Zündverzugszeiten als das Methanmolekül. Wird der Spaltprozess der primären Verbrennungszone oder Pilotflamme vorgelagert, ist mit einer deutlich höheren Stabilität der Verbrennung der Spaltgase in der Primärzone zu rechnen, da die notwendige Energie für das Aufspalten des Methanmoleküls nicht der sensiblen Primärzone entzogen wird. Damit kann der Betriebsbereich der Primärflammenausbildung in Bezug auf die mögliche Luftzahl und die erforderliche Mindesttemperatur deutlich vergrößert werden. Somit ist für das Gemisch aus Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff eine deutlich höhere Flammengeschwindigkeit in einem deutlich erweiterten Bereich der Stöchiometrie zu erwarten als für Methan. Für den Reformierungsprozess des Primärgasanteils oder Pilotbrennstoffstroms sind folgende Teilschritte erforderlich:

- 1) Bereitstellen von Erdgas (oder einem sonstigen Brenngas mit einem Methangehalt von mindestens 70 Vol.%) und Wasserdampf
- 2) Durchmischen der Stoffströme
- 3) Temperaturerhöhung des Gemischs auf mindestens 800°C
- 4) Leitung über Nickel als Katalysator
- 5) Gegebenenfalls Abkühlen des Gasstroms auf unter 200°C zur Vermeidung thermischer Überlastung von Brennerbauteilen (je nach Bauart) und
- 6) Zuführung zur Pilotbrennereinrichtung bzw. zur Stabilisierungszone der Hauptflamme.

[0025] Bei einem Brenner mit 20 MW Nennleistung und ca. 10% Primärgasanteil bzw. Anteil des Pilotbrennstoffstroms am insgesamt dem Brenner zugeführten Brennstoffstrom werden ca. 168 kg/h Dampf benötigt. Dies sind ca. 8,4 kg/h Dampf pro Megawatt Feuerungsleistung. Die Heizleistung zur Anhebung der Gemischtemperatur von ca. 100°C auf 800°C beträgt ca. 125 KW für einen 20 MW Brenner mit 10% Stützbrennstoffanteil (Anteil des Pilotbrennstoffstroms). Dieser erforderliche Wärmestrom kann idealerweise direkt aus dem Feuerraum bezogen werden.

[0026] Ein die Brennstoffreformierungseinrichtung 10 verlassender reformierter Pilotbrennstoffstrom 6a wird einer Pilotbrennereinrichtung in Form einer Primärstufe oder eines Pilotbrenners des Gasbrenners 4 zugeführt. Der Hauptbrennstoffstrom 8 wird einem Hauptbrenner des Gasbrenners 4 zugeführt.

[0027] Bei der Anordnung nach Fig. 1 besteht die Schwierigkeit, von einer Brennstoffzuführung 2 an einer Durchflussregeleinrichtung 2a einen Teilstrom als Pilotbrennstoffstrom 6 zu entnehmen, da sich der aufzubereitende Teilstrom nur schwierig regeln bzw. einstellen lässt.

[0028] Fig. 2 und 3 zeigen zwei Varianten mit zwei separaten Brennstoffzuführungen. Mittels einer ersten Durchflussregeleinrichtung 2b kann der Pilotbrennstoffstrom 6 und mittels einer zweiten Durchflussregeleinrichtung 2c kann der Hauptbrennstoffstrom 8 geregelt werden. Abgesehen von der unterschiedlichen Regelung der Brennstoffströme entspricht die Anordnung nach Fig. 2 der nach Fig. 1.

[0029] Bei Fig. 3 ist im Unterschied zu Fig. 2 vorgesehen, dass der reformierte Pilotbrennstoffstrom 6a in einen primären reformierten Pilotbrennstoffstrom 6.1a und in einen sekundären reformierten Pilotbrennstoffstrom 6.2a aufgeteilt wird. Der primäre reformierte Pilotbrennstoffstrom 6.1a wird über eine erste Durchflussregeleinrichtung 2b einer Primärstufe und der sekundäre reformierte Pilotbrennstoffstrom 6.2a wird über eine zweite Durchflussregeleinrichtung 2c einer Sekundärstufe des Gasbrenners 4 zugeführt. Der Hauptbrennstoffstrom 8 wird über eine dritte Durchflussregeleinrichtung 2d einer Tertiärstufe des Gasbrenners 4 zugeführt.

Bezugszeichenliste

[0030]

2	Brennstoffzuführung
2a	Durchflussregeleinrichtung
2b	erste Durchflussregeleinrichtung
2c	zweite Durchflussregeleinrichtung
5 2d	dritte Durchflussregeleinrichtung
3	zugeführter Brennstoffstrom
4	Gasbrenner
6	Pilotbrennstoffstrom
6a	reformierter Pilotbrennstoffstrom
10 6.1a	primärer reformierter Pilotbrennstoffstrom
6.2a	sekundärer reformierter Pilotbrennstoffstrom
8	Hauptbrennstoffstrom
10	Brennstoffreformierungseinrichtung (Reformierungsstation)

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Gasbrenners (4), der zur Stabilisierung einer von einem Hauptbrenner erzeugten Hauptflamme mit einer Pilotbrennereinrichtung versehen ist, wobei dem Hauptbrenner ein zu mindestens 70 Vol.% aus CH₄ bestehender Hauptbrennstoffstrom und der Pilotbrennereinrichtung ein Pilotbrennstoffstrom zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein erster Teil des Pilotbrennstoffstroms vor der Einleitung in die Pilotbrennereinrichtung in einer Reformierungsstation (10) einer Dampfreformierung unterzogen und ein reformierter Pilotbrennstoffstrom (6a) erzeugt wird, und der reformierte Pilotbrennstoffstrom bei Einleitung in die Pilotbrennereinrichtung mindestens 10 Vol% CO, 30 Vol% H₂ und 0,5 Vol% H₂O enthält, die zumindest teilweise durch die Dampfreformierung zumindest des ersten Teils des Pilotbrennstoffstroms gebildet worden sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teil des Pilotbrennstoffstroms, der einer Dampfreformierung unterzogen wird, mindestens 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% oder 90% des Pilotbrennstoffstroms (6) beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wärmeenergie, die zur Aufheizung des Pilotbrennstoffstroms (6) und des benötigten Wasser oder Dampfs auf eine Reformierungstemperatur benötigt wird, der Hauptflamme oder einem mit dem Gasbrenner (4) verbundenen Feuerraum entnommen wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweiter Teil des Pilotbrennstoffstroms (6) in der Reformierungsstation partiell oxidiert wird, wobei der zweite Teil so groß sein kann, dass eine autotherme Reformierung des gesamten Pilotbrennstoffstroms (6) erzielt wird..
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pilotbrennstoffstrom (6) einem zugeführten Brennstoffstrom (3) an einer Durchflussregelstation (2a) als Teilstrom entnommen wird und ein verbleibender Brennstoffstrom dem Hauptbrennstoffstrom (8) entspricht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptbrennstoffstrom (8) und der Pilotbrennstoffstrom (6) dem Gasbrenner (4) als unabhängig voneinander geregelte Gasströme zugeführt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pilotbrennstoffstrom (6) nach der Reformierungsstation (10) in einen primären reformierten Pilotbrennstoffstrom (6.1a) und einen sekundären reformierten Pilotbrennstoffstrom (6.2a) aufgeteilt wird, wobei der primäre reformierte Pilotbrennstoffstrom (6.1a) einer Primärstufe, der sekundäre reformierte Pilotbrennstoffstrom (6.2a) einer Sekundärstufe und der Hauptbrennstoffstrom (8) einer Tertiärstufe des Gasbrenners (4) zugeführt werden.
8. Brennvorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Gasbrenner (4), der einen Hauptbrenner zum Erzeugen einer Hauptflamme und einer Pilotbrennereinrichtung zum Erzeugen einer Pilotflamme zur Stabilisierung der Hauptflamme umfasst, einer Brennstoffzuführung (2) zum Zuführen eines Brennstoffstroms (3) und einer Pilotbrennstoffzuführung zum Zuführen des Pilotbrennstoffstroms (6), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pilotbrennereinrichtung eine Brennstoffreformierungseinrichtung (10) zur Dampfreformierung zumindest eines ersten Teils des Pilotbrennstoffstroms (6) vorgeschaltet ist.

9. Brennvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffreformierungseinrichtung (10) zur Dampfreformierung von mindestens 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% oder 90% des Pilotbrennstoffstroms (6) eingerichtet ist.

5 10. Brennvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffreformierungseinrichtung (10) für eine partielle Oxidierung eines zweiten Teils des Pilotbrennstoffstroms (6) ausgelegt ist, der so groß sein kann, dass eine autotherme Reformierung des gesamten Pilotbrennstoffstroms erzielt wird.

10 11. Brennvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Durchflussregelung (2a) vorgesehen ist, mit der einem zugeführten Brennstoffstrom (3) der Pilotbrennstoffstrom (6) als Teilstrom entnehmbar ist.

15 12. Brennvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Durchflussregelung (2b) zum Regeln des Pilotbrennstoffstroms (6) und eine zweite Durchflussregelung (2c) zum unabhängigen Regeln des Hauptbrennstoffstroms (8) vorgesehen ist.

20 13. Brennvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasbrenner (4) eine Primärstufe, der über eine erste Durchflussregelung (2b) ein primärer reformierter Pilotbrennstoffstrom (6.1a) zuführbar ist, eine Sekundärstufe, der über eine zweite Durchflussregelung (2c) ein sekundärer reformierter Pilotbrennstoffstrom (6.2a) zuführbar ist, und eine Tertiärstufe, der über eine dritte Durchflussregelung (2d) der Hauptbrennstoffstrom (8) zuführbar ist, umfasst.

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

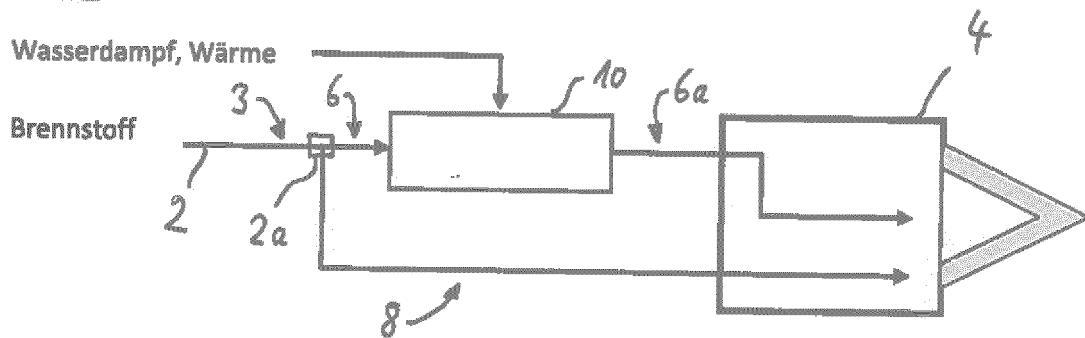


Fig. 2

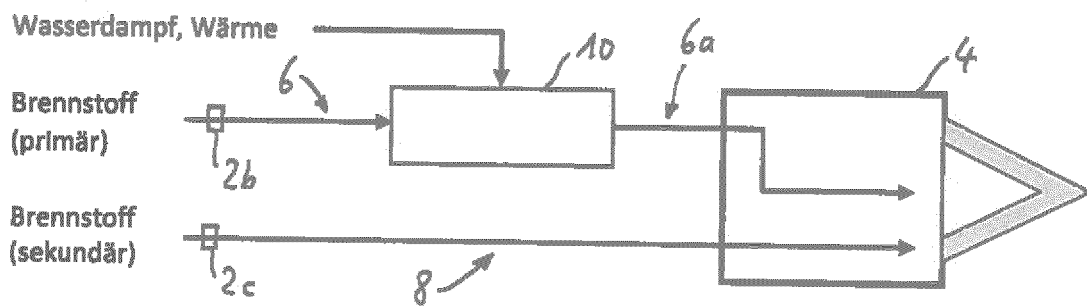
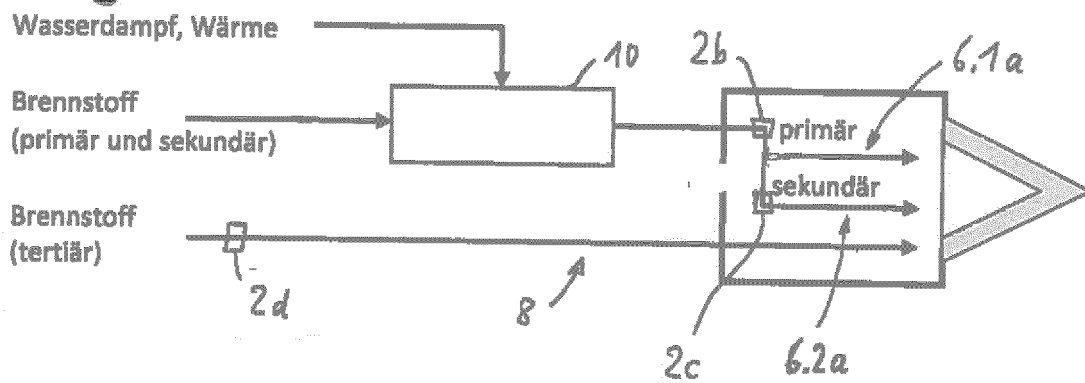


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 19 9240

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2007/289311 A1 (RISING BRUCE W [US]) 20. Dezember 2007 (2007-12-20)	1,2,5-9, 11-13	INV. F23D14/26
Y	* Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
A		3,4,10	

X	US 2008/001038 A1 (DAGGETT DAVID L [US]) 3. Januar 2008 (2008-01-03)	1,2,5-9, 11-13	
Y	* Absatz [0010] *	1	
A	* Absatz [0026] *	3,4,10	
	* Abbildung 4 *		
	* Absatz [0027] *		

Y	EP 1 246 286 A1 (OMG AG & CO KG [DE]) 2. Oktober 2002 (2002-10-02)	1	
	* Zusammenfassung; Abbildung 1 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23D F23C
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		28. April 2017	Christen, Jérôme
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 19 9240

5 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.

28-04-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2007289311	A1	20-12-2007	KEINE	

15	US 2008001038	A1	03-01-2008	KEINE	

	EP 1246286	A1	02-10-2002	AT 509385 T	15-05-2011
				EP 1246286 A1	02-10-2002

20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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