



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.2009 Patentblatt 2009/20

(51) Int Cl.:
F23C 7/00 (2006.01) F23D 11/40 (2006.01)
F23D 17/00 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08168235.3**

(22) Anmeldetag: **04.11.2008**

(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: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Eroglu, Adnan**
5417 Untersiggenthal (CH)
• **Carroni, Richard**
5443 Niederrohrdorf (CH)
• **Bernero, Stefano**
5452 Oberrohrdorf (CH)

(30) Priorität: **09.11.2007 CH 17382007**

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Brenners**

(57) Beschrieben wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Verbrennung von Wasserstoff enthaltenden oder aus Wasserstoff bestehenden gasförmigen Brennstoff mit einem Brenner, der einen Drallerzeuger (1) vorsieht, in den flüssiger Brennstoff zentral längs einer Brennerachse (A) unter Ausbildung einer sich kegelförmig ausbildenden Flüssigbrennstoffsäule eingespeist wird, die von einem tangential in den Drallerzeuger (1) einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom umschlossen wird, in den zusätzlich ein gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff zur Ausbildung einer Brennstoff-Luft-Drallströmung (D) eingedüst wird, die stromab zum Drallerzeuger (1) längs eines Übergangsabschnitt (6) in eine sich stromab zum Übergangsabschnitt (6) anschliessende Mischstrecke (8) überführt wird und in einer sich stromab anschliessenden Brennkammer (B) unter Ausbildung einer Rückströmblase (RB) gezündet und verbrannt wird.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Wasserstoff enthaltende oder aus Wasserstoff bestehende gasförmige Brennstoff innerhalb des Bereiches des Übergangsabschnittes (6) in die Brennstoff-Luft-Drallströmung (D) eingespeist wird.

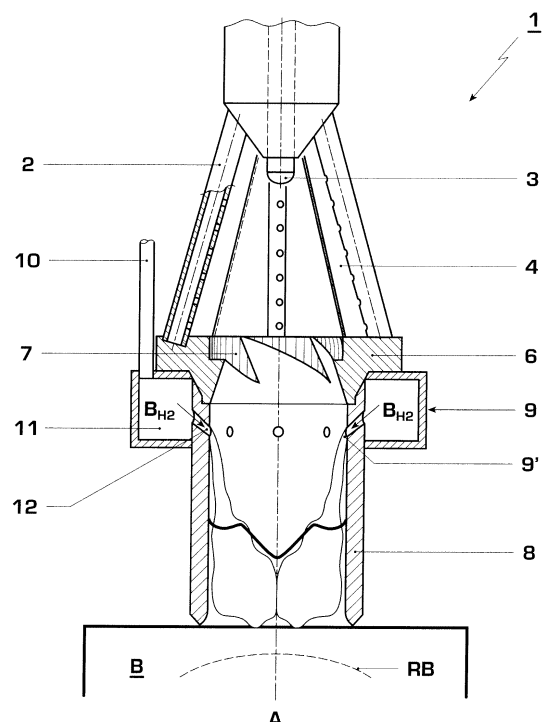


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch einen Brenner zur Durchführung dieses Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Motiviert durch das nahezu weltweite Bestreben hinsichtlich der Reduzierung des Ausstosses von Treibhausgasen in die Atmosphäre, nicht zuletzt festgelegt im so genannten Kioto-Protokoll, soll die im Jahre 2010 zu erwartende Emission von Treibhausgasen auf den gleichen Stand reduziert werden wie im Jahre 1990. Zur Umsetzung dieses Vorhabens bedarf es grosser Anstrengungen, insbesondere den Beitrag an anthropogen bedingten CO₂-Freisetzungen zu reduzieren. Etwa ein Drittel des durch den Menschen in die Atmosphäre freigesetzten CO₂ ist auf die Energieerzeugung zurückzuführen, bei der die zumeist fossilen Brennstoffe in Kraftwerksanlagen zur Stromerzeugung verbrannt werden. Insbesondere durch den Einsatz moderner Technologien sowie durch zusätzliche politische Rahmenbedingungen kann auf dem Energie erzeugenden Sektor ein erhebliches Einsparungspotential zur Vermeidung eines weiter zunehmenden CO₂-Ausstosses erzielt werden.

[0003] Eine an sich bekannte und technisch beherrschbare Möglichkeit die CO₂-Emission in Verbrennungskraftwerken zu reduzieren, besteht im Entzug von Kohlenstoff aus den zur Verbrennung gelangenden Brennstoffen, die noch vor Einleiten derselben in die Brennkammer bewerkstelligt werden. Dies setzt entsprechende Brennstoffvorbehandlungen voraus, dass beispielsweise die teilweise Oxidation des Brennstoffes mit Sauerstoff und/oder eine Vorbehandlung des Brennstoffes mit Wasserdampf in Verbindung gebracht wird. Derartig vorbehandelte Brennstoffe weisen zumeist einen grossen Anteil von H₂ und CO auf, und verfügen je nach Mischungsverhältnissen über Heizwerte, die in der Regel unter jenen von natürlichem Erdgas liegen. In Abhängigkeit ihres Heizwertes werden derartig synthetisch hergestellten Gase als Mbtu- oder Lbtu-Gase bezeichnet, die sich nicht ohne weiteres für den Einsatz in herkömmlichen, für die Verbrennung von Naturgasen wie Erdgas konzipierte Brenner eignen, wie sie beispielsweise der EP 0 321 809 B1, EP 0 780 629 A2, WO 93/17279 sowie der EP 1 070 915 A1 entnehmbar sind. In allen vorstehenden Druckschriften, welche einen integrierenden Bestandteil der vorliegenden Beschreibungen sind, sind Brenner vom Typ der Brennstoffvormischung beschrieben, bei denen jeweils eine sich in Strömungsrichtung konisch erweiternde Drallströmung aus Verbrennungsluft und beigemischem Brennstoff erzeugt wird, die in Strömungsrichtung nach Austritt aus dem Brenner möglichst nach Erreichen eines homogenen Luft-Brennstoff-Gemisches durch den zunehmenden Drall instabil wird

und in eine ringförmige Drallströmung mit Rückströmung im Kern übergeht.

[0004] Je nach Brennerkonzept sowie in Abhängigkeit der Brennerleistung wird der sich im Inneren des Vormischbrenners ausbildenden Drallströmung flüssiger und/oder gasförmiger Brennstoff zur Ausbildung eines möglichst homogenen Brennstoff-Luftgemisches eingegeben. Gilt es jedoch, wie vorstehend erwähnt, zu Zwecken einer reduzierten Schadstoff-, insbesondere CO₂-Emission synthetisch aufbereitete, gasförmige Brennstoffe alternativ zu oder in Kombination mit der Verbrennung herkömmlicher Brennstoffarten einzusetzen, so ergeben sich besondere Anforderungen an die konstruktive Auslegung herkömmlicher Vormischbrennersysteme. So erfordern Synthesegase zur Einspeisung in Brennersysteme einen vielfachen Brennstoff-Volumenstrom gegenüber vergleichbaren mit Erdgas betriebenen Brennern, so dass sich deutlich unterschiedliche Strömungsimpulsverhältnisse ergeben. Aufgrund des hohen Anteils an Wasserstoff im Synthesegas und der damit verbundenen niedrigen Zündtemperatur und hohen Flammgeschwindigkeit des Wasserstoffes, besteht eine hohe Reaktionsneigung des Brennstoffes, die zu einer erhöhten Rückzündgefahr führt. Um dies zu vermeiden, gilt es die mittlere Verweilzeit von zündfähigem Brennstoff-Luftgemisch innerhalb des Brenners möglichst zu reduzieren.

[0005] In der WO 2006/058843 A1 sind ein Verfahren sowie ein Brenner zur Verbrennung von gasförmigen, flüssigen sowie von Wasserstoff enthaltenden oder aus Wasserstoff bestehenden Brennstoff, kurz Synthesegas, bekannt geworden. In diesem Fall wird ein Vormischbrenner, der auch als Doppelkegelbrenner bekannt geworden ist, mit nach geschalteter Mischstrecke gemäss der EP 0 780 629 A2 eingesetzt, der in Figur 2a und b in Längsschnittdarstellung schematisiert dargestellt ist. Die Vormischbrenneranordnung sieht einen sich in Brennerlängsachse konisch erweiternden Drallerzeuger 1 vor, der von Drallschalen 2 begrenzt ist. Axial sowie koaxial um die Brennerachse A des Drallerzeugers 1 sind Mittel zur Einspeisung von Brennstoff vorgesehen. So gelangt Flüssigbrennstoff B_{fl} durch eine längs der Brennerachse A am Ort des kleinsten Innendurchmessers des Drallerzeugers 1 positionierte Einspritzdüse 3 in den Drallraum. Längs tangentialer Lufteintrittsschlitze 4, über die Verbrennungsluft L mit tangentialer Strömungsrichtung in den Drallraum eintritt, wird gasförmiger Brennstoff B_g, vorzugsweise Erdgas, der Verbrennungsluft L beigemischt. Zusätzlich sind Eindüsungsvorrichtungen 5 vorgesehen (siehe Fig. 2b), die der weiteren Einspeisung von Synthesegas B_{H2} dienen.

[0006] Das sich innerhalb des Drallerzeugers 1 ausbildende Brennstoff-Luftgemisch gelangt als Drallströmung durch einen Übergangsabschnitt 6, der die Drallströmung stabilisierende Strömungsmittel 7 vorsieht, in ein Mischrohr 8, in dem eine vollständig homogene Durchmischung des sich ausbildenden Brennstoff-Luftgemisches erfolgt, bevor das zündfähige Brennstoff-Luft-

gemisch innerhalb einer sich stromab an das Mischrohr 8 anschliessenden Brennkammer B gezündet wird. Aufgrund einer unstenen Strömungsquerschnittsvergrößerung beim Übergang vom Mischrohr 8 in die Brennkammer B platzt die Drallströmung des durchmischten Brennstoff-Luftgemisches unter Ausbildung einer Rückströmzone in Form einer Rückströmblase RB auf, in der sich eine räumlich stabile Flammenfront einstellt.

[0007] Das sich längs des Brenners ausbildende Strömungsprofil ist in Fig. 2a dargestellt, das sich durch ein deutliches Geschwindigkeitsmaximum längs zur Brennerachse A auszeichnet, dessen Betrag zumeist drei bis vier mal über jenen Strömungsgeschwindigkeiten liegt, die sich nahe der Brennerwand auszubilden vermögen. Aufgrund dieses drastischen Geschwindigkeitsunterschiedes zwischen Brennerachse und Brennerwand stellen sich nahe der Brennerwand lokale Strömungswirbel ein, die zu lokalen Brennstoffkonzentrationen führen und insbesondere im Fall einer zusätzlichen Einspeisung von Synthesegas aufgrund des durch den Wasserstoffanteil bedingten hohen Zündpotentials zu einer erhöhten Flammenrückzündgefahr beitragen, die es zu vermeiden gilt. Um die Gefahr der Flammenrückzündung zu verringern, sind daher an sich bekannte Filmlochöffnungen längs des Mischrohrs vorgesehen, über die Zuluft längs der Innenwand des Mischrohrs zur Ausbildung eines wandnahen Luftfilmes eingespeist wird.

[0008] Um zu vermeiden, dass das wasserstoffhaltige Synthesegas in Brennerwand nahe Bereiche gelangt, wird das Synthesegas B_{H_2} gemäss der schematischen Längsschnittdarstellung in Fig. 2b etwa unter 60° zur Brennerlängsachse A in den Drallraum des Drallerzeugers 1 ausgebracht. Insbesondere wasserstoffreiche Brennstoffe mit Wasserstoffanteilen von $> 50\%$ weisen typischerweise sehr hohe Flammgeschwindigkeiten auf und verfügen darüber hinaus über einen sehr viel geringeren volumenspezifischen Wärmeheizwert (MJ/m^3), so dass es sehr viel grössere Mengen an Wasserstoff enthaltenden Brennstoff bedarf, die dem Brenner zum Erreichen einer gewünschten leistungsbezogenen Verbrennungswärme zugeführt werden müssen. So zeigt sich insbesondere bei so genannten Hochdruckversuchen, dass bereits im Drallraum bzw. längs der Mischstrecke des Brenners Zünderscheinungen auftreten, die auf eine unzureichende Durchmischung des mit grossem Volumenstrom in den Brenner eingespeisten wasserstoffhaltigen Brennstoffes zurückzuführen sind. Selbst in Fällen, in denen keine Rückzünderscheinungen auftreten, sorgt eine unzureichende Vermischung des den Wasserstoff enthaltenden Synthesegases und der Verbrennungsluft für eine diffusionsähnliche Verbrennung, die letztlich zu erhöhten Stickoxydmissionen führt.

[0009] Es besteht daher der Wunsch den Anforderungen zur Vermeidung von Rückzünderscheinungen sowie den im Lichte immer strenger werdenden Umwelanforderungen geforderten NO_x -Emissionsgrenzen zu entsprechen.

[0010] Die Nachteile, die mit dem bisher bekannten Vormischbrennerkonzept verbunden sind, werden nachfolgend in nicht abschliessender Form stichpunktartig zusammengefasst:

1. Es bestehen unzureichende Vorkehrungen zur Vermeidung von Flammenrückzündereignissen, die u.a. auf eine unzureichende Strömungsabstimmung zwischen dem in den Brenneraum einzuspeisenden Wasserstoff enthaltenden Brennstoffstrom und der sich innerhalb des Drallerzeugers ausbildenden Brennstoff-Luft-Drallströmung zurückzuführen sind.
2. Überhöhte NO_x -Emissionen, die sich als Folge einer zusätzlichen Brennstoffanreicherung von Synthesegas längs der Brennerachse und einer damit verbundenen Temperaturerhöhung einstellen.
3. Komplizierte Bauform der Brenneranordnung aufgrund einer Vielzahl in den Drallraum zugeführter Brennstoffleitungen, die jeweils über separate Brennstoffverteilerkreise gespeist werden, die allesamt mit ursächlich für eine unzureichende, vorstehend bezeichnete Strömungsabstimmung sind.
4. Die Leistungsvariation des Brenners durch Variation der Brennstoffzuführung ist sehr begrenzt, zumal sich Brennerinstabilitäten ausbilden, die sich u.a. durch das Auftreten von Brennkammerpulsationen auszeichnen.

Darstellung der Erfindung

[0011] Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners sowie auch einen Vormischbrenner selbst anzugeben, bei dem die obigen Nachteile vermieden werden sollen. Ferner gilt es beim Betrieb mit einem Wasserstoff enthaltenden Brennstoff, einem so genannten Synthesegas, für eine verbesserte Durchmischung mit der Brennerluftdrallströmung sowie für stabilere Strömungsverhältnisse innerhalb des Brenners zu sorgen.

[0012] Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Gegenstand des Anspruches 9 ist eine lösungsgemäss ausgebildete Vorrichtung. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der weiteren Beschreibung unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele zu entnehmen. Sämtliche Ansprüche sind Bestandteil der weiteren Beschreibung.

[0013] Die dem lösungsgemässen Verfahrensprinzip zum Betrieb eines Vormischbrenners zugrunde liegende Idee macht sich sowohl die Eigenschaften des den Wasserstoff enthaltenden Brennstoffes als auch die Charakteristika des vorstehend bezeichneten Vormischbrenners zur eigenen, um das erklärte Ziel zu realisieren,

nämlich das Erreichen möglichst geringer Emissionswerte ohne das Auftreten von Flammenrückzündungsereignissen und dies bei nur geringen oder gegebenenfalls vernachlässigbaren Brennerinstabilitäten.

[0014] So werden der geringe volumenspezifischen Wärmeheizwert und der dadurch erforderliche größere Volumenstrom sowie die geringe Dichte des Wasserstoff enthaltenden Synthesegases vorteilhaft insofern genutzt, indem einerseits der grosse Synthesegas-Volumenstrom zur gezielten Anhebung der Strömungsgeschwindigkeit im brennerwandnahen Strömungsbereichen, um das Flammenrückzündrisiko stromab des Übergangsabschnittes zu reduzieren. Zum anderen trägt die nur geringe Brennstoffdichte des Synthesegases zu einer verbesserten Durchmischung mit der der Drallströmung der Verbrennungsluft bei, indem Zentrifugalkräfte innerhalb der Drallströmung genutzt werden, um eine radiale Durchmischung des Synthesegases mit der Verbrennungsluft zu ermöglichen. Wird Synthesegas in radial aussen liegenden Bereichen der Drallströmung zugeführt, so erfolgt aufgrund der schwereren Luftanteile, die durch die innerhalb der Drallströmung wirkenden Zentrifugalkräfte radial nach aussen getrieben werden, eine Verdrängung des leichteren Synthesegases in achsnahe Bereiche relativ zur Brennerachse.

[0015] Auf Basis der vorstehenden Überlegungen zeichnet sich ein lösungsgemässes Verfahren zur Verbrennung von Wasserstoff enthaltenden oder aus Wasserstoff bestehenden gasförmigen Brennstoff, kurz Synthesegas, mit einem Brenner gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1 dadurch aus, dass das Synthesegas innerhalb des Bereiches des Übergangsabschnittes in die Brennstoff-Luft-Drallströmung eingespeist wird.

[0016] Der Übergangsabschnitt zwischen dem Bereich des Drallerzeugers und dem sich stromab anschliessenden Mischrohrs dient in erster Linie einer weitgehend verlustfreien Überführung der sich innerhalb des Drallerzeugers in Brennerlängsachse konisch aufweitenden Drallströmung in eine längs des Mischrohrs mit gleich bleibendem Strömungsquerschnitt ausbreitenden, zylinderförmigen Drallströmung. Die Überführung der Strömungsform in eine zylinderförmige Drallströmung erfolgt mittels längs des Übergangsabschnittes vorgesehenen Strömungsleitblechen bzw. Strömungsleitkonturen. Trotz aller Massnahmen für eine möglichst verlustfreie Strömungsüberführung, trägt insbesondere der Übergangsabschnitt massgeblich dazu bei, dass die Strömungsgeschwindigkeit in Wand nahen Bereichen längs des Mischrohrs verglichen zur Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Brenner- bzw. Mischrohrachse viel geringer ist. Lösungsgemäss wird daher vorgeschlagen, am Ort, der ursächlich für eine Strömungsgeschwindigkeitsreduzierung längs der Brenner- bzw. Mischrohrwand ist, Massnahmen zu treffen, um die Strömungsgeschwindigkeit in diesem Bereich zu erhöhen. Wie vorstehend ausgeführt, eignet sich Synthesegas aufgrund seiner ihm zu eigenen hohen Volumenflussrate besonders gut, wandnahe Strömungsbereiche gezielt im

Strömungsverhalten zu beschleunigen. Die gezielte Einspeisung des Wasserstoff enthaltenden Synthesegases längs des Übergangsabschnittes erfolgt lösungsgemäss derart, dass die zusätzliche Brennstoffeinspeisung in Richtung der ohnehin den Übergangsabschnitt passierenden Drallströmung beigemischt wird, d.h. das Synthesegas wird mit einer zur im Inneren des Brenners sich ausbildenden Drallströmung passend gewählten tangentialen sowie auch radialen Strömungskomponente relativ zur Brennerlängsachse eingespeist. Hierbei gilt es, die Brennstoffeinspeisung derart vorzunehmen, dass eine Strömungsirritation der sich bereits innerhalb des Brenners ausgebildeten Brennstoff-Luft-Drallströmung minimal ist. So wird die Brennstoffeindüsung auf lokale Strömungswinkel angepasst, um das Flammenrückschlagrisiko aufgrund erhöhter Turbulenz zu vermeiden. Zu Zwecken einer verbesserten Durchmischung ist es zudem vorteilhaft, die Synthesegaseinspeisung längs des Übergangsabschnittes mit einer Radialkomponente vorzunehmen, d.h. mit einer Winkelkomponente quer zur anliegenden Strömungsrichtung der Drallströmung, so dass das eingespeiste Synthesegas möglichst effektiv mit der Brennstoff-Luft-Drallströmung durchmischt wird. Jedoch würde andererseits eine zu stark ausgeprägte Radialkomponente, d.h. ein zu groß gewählter Winkel zwischen Brennerachse und Synthesegaseinspeiserichtung, das strömungsdynamische Ausbreitungsverhalten der Drallströmung zu stark beeinträchtigen, wodurch sich lokale, bevorzugt wandnahe Strömungswirbel ausbilden und das Flammenrückschlagrisiko erhöht wird. Es zeigt sich, dass die Synthesegaseinspeisung mit einem Kompromiss zwischen einer effektiven Beschleunigung wandnaher Strömungsbereiche zum Zwecke der Reduzierung des Flammenrückschlagrisikos und einer möglichst guten Durchmischung mit der Drallströmung vorgenommen werden muss.

[0017] Auch aus einem weiteren Grund eignet sich der Übergangsabschnitt für die Eindüsung eines zusätzlichen Synthesegasstromes, zumal der Übergangsabschnitt von einem mit einer ausreichend grossen Wanddicke ausgebildeten Übergangsstück begrenzt ist, durch das eine Vielzahl einzelner Austrittsöffnungen für die Synthesegaszuführung vorgesehen werden kann. Die Ausbildung der Austrittsöffnungen sowie die einzelnen mit den Austrittsöffnungen verbundenen Synthesegaszuführungskanäle kann nach Form und Lage ohne jegliche konstruktive Einschränkungen nahezu beliebig vorgenommen werden, zumal das Übergangsstück ausreichend Platz für diese Massnahmen bietet.

[0018] Auch ist es möglich, durch bereits längs des Übergangsabschnittes verteilt angeordnete, so genannte Filmlöcher, durch die üblicherweise Luft eingespeist wird, die sich als Luftfilm längs der Brenner- bzw. Mischrohrwand anschmiegt, zur Einspeisung von Synthesegas zu verwenden. Auf diese Weise ist es möglich, eine andauernde Spüllufteinspeisung auch im Betrieb des Brenners mit Erdgas oder Erdöl zu vermeiden.

[0019] Je nach konstruktiver Auslegung der innerhalb

des Übergangsabschnittes vorhandenen Austrittsöffnungen, durch die Synthesegas ausgetragen wird, ist es zudem möglich, Synthesegasströmungen mit einem kreisrunden, elliptischen, ringförmigen, nahezu rechteckigen oder nahezu dreieckigen Strömungsquerschnitt auszubilden, der für eine verbesserte Durchmischung mit der innerhalb des Brenners vorhandenen Brennstoff-Luft-Drallströmung beiträgt.

[0020] Bezüglich der lösungsgemäss ausgebildeten Vorrichtung zur Verbrennung von Wasserstoff enthaltenden oder aus Wasserstoff bestehenden gasförmigen Brennstoff mit einem Brenner, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 9, wird insbesondere auf die nachstehenden Ausführungen zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwiesen. Ein derartig lösungsgemäss ausgebildeter Brenner weist längs des Übergangsabschnittes Mittel zur Einspeisung des zumindest den Wasserstoff enthaltenden Synthesegases auf.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0021] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 Längsschnittdarstellung durch einen lösungsgemäss ausgebildeten Vormischbrenner,
- Fig. 2a, b Längsschnittdarstellungen durch einen Vormischbrenner nach Stand der Technik,
- Fig. 3 Querschnittdarstellung durch den Übergangsabschnitt eines lösungsgemäss ausgebildeten Brenners, und
- Fig. 4 Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels durch einen lösungsgemäss ausgebildeten Brenner.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0022] In Fig. 1 ist eine Längsschnittdarstellung eines lösungsgemäss ausgebildeten Vormischbrenners gezeigt, mit einem Drallerzeuger 1, dessen Drallraum von zwei Drallschalen in Form von Teilkegelschalen 2 umschlossen ist, die jeweils gegenseitig Lufteintrittsschlitze 4 begrenzen, durch die Verbrennungsluft unter Ausbildung einer Drallströmung innerhalb des Drallraumes eingespeist wird. Die Drallströmung umschliesst eine sich konisch ausbreitende Flüssigbrennstoffsäule, die durch Flüssigbrennstoffaustrag durch die mittig angebrachte Brennstoffdüse 3 ausgetragen wird. Zusätzlich sind nicht weiter zeichnerisch dargestellt längs der Lufteintrittsschlitze 4 weitere Mittel zur Einspeisung von gasförmigem Brennstoff, vorzugsweise Erdgas, vorgese-

hen, der der Luft beigemischt wird. Die sich somit innerhalb des Drallerzeugers 1 ausbildende Luft-Brennstoff-Drallströmung erfährt stromab des Drallerzeugers 1 durch den Übergangsabschnitt 6 eine Überführung der sich ursprünglich konisch ausbreitenden Drallströmung in eine zylinderförmig, d.h. mit konstantem Strömungsquerschnitt längs zur Brennerachse A ausbreitende Drallströmung. Das lösungsgemässe Brennerkonzept sieht vor, dass längs des Übergangsabschnittes zusätzlich Wasserstoff enthaltender Brennstoff, d.h. Synthesegas durch ein weiteres Brennstoffeinspeisungsmittel 9 vorgenommen wird.

[0023] Die zusätzliche Brennstoffeinspeisung im Bereich des Übergangsabschnittes 6 erfolgt entweder über zirkular gleichmässig verteilt angeordnete einzelne Austrittsöffnungen, die allesamt über eine gemeinsame Versorgungsleitung 10 mit Synthesegas B_{H_2} versorgt werden. Die Brennstoffleitung 10 mündet in ein den Übergangsabschnitt 6 zirkular umgebendes Brennstoffreservoir 11, von dem aus die einzelnen Austrittsöffnungen 9' des Brennstoffeinspeisungsmittels 9 mit Brennstoff versorgt werden.

[0024] Die Einspeisung des Synthesegases B_{H_2} erfolgt dabei derart, dass die wandnahen Bereiche, insbesondere des sich stromab des Übergangsabschnittes 6 anschliessenden Mischrohrs 8 hinsichtlich ihres Strömungsverhalten beschleunigt werden, um das Flammrückschlagrisiko zu reduzieren. Gleichsam gilt es jedoch, die Brennstoffeinspeisung mit nur geringer Beeinträchtigungen der sich innerhalb des Drallerzeugers 1 ausbildenden Drallströmung vorzunehmen.

[0025] Aus der in Fig. 1 dargestellten Längsschnittdarstellung ist gleichfalls die Radialkomponente, mit der die Brennstoffeinspeisung in den Bereich des Übergangsabschnittes 6 sowie des sich stromab daran anschliessenden Mischrohrs 8 eingebracht wird, zu ersehen. Die gegenüber der Brennerachse A leicht geneigte Richtung der Brennstoffeinspeisung des Synthesegases B_{H_2} trägt zur verbesserten Durchmischung des Brennstoffes mit der Brennstoff-Luft-Drallströmung bei, gleichwohl sich aufgrund der durch die Rotationsbewegung innerhalb der Drallströmung bewirkte Zentrifugalkraft ein radialer Austausch des leichteren, Wasserstoff enthaltenden Brennstoffes, mit den schwereren Luftanteilen der Drallströmung unterstützt wird. Anhand der Längsschnittdarstellung in Fig. 1 kann ersehen werden, dass unmittelbar vor Eintritt in die stromab an das Mischrohr 8 angrenzende Brennkammer B der Wasserstoff enthaltende Brennstoff B_{H_2} über den gesamten Strömungsquerschnitt möglichst homogen verteilt durchmischt ist.

[0026] Neben der mit einer Radialkomponente vorgenommenen Synthesegaseinspeisung, wie vorstehend beschrieben wird, das Synthesegas zusätzlich auch mit einer zur Drallströmung tangentialen Komponente eingespeist, um die Drallströmung möglichst wenig zu irritieren. Zur besseren Verdeutlichung der tangentialen Einspeisung des den Wasserstoff enthaltenden Synthesegases in peripherer Umfangsrichtung der sich innerhalb

des Brenners ausbildenden Brennstoff-Luft-Drallströmung sei auf Fig. 3 verwiesen, die eine Querschnittsdarstellung im Bereich des Übergangsabschnittes 6 zeigt. Die innere Kontur des Übergangsabschnittes 6 ist geprägt durch sich in Durchflussrichtung konisch erweiternde Strömungsleitmittel 7, die unter strömungstechnischen Gesichtspunkten optimiert sind und die sich konisch erweiternde Drallströmung in eine sich mit konstantem Strömungsquerschnitt ausbreitende Drallströmung überzuführen vermögen. Radial die Strömungsleitmittel 7 umschliessend ist das das Synthesegas bevorratende Reservoir 11 vorgesehen, das über die in Fig. 1 dargestellte Versorgungsleitung 10 mit Brennstoff versorgt wird. Innerhalb des Übergangsabschnittes 6 sind zur Einspeisung des den Wasserstoff enthaltenden Brennstoffes mehrere Zuführungs Kanäle 12 vorgesehen, über die das Synthesegas in den Innenraum des Übergangsabschnittes 6 eingespeist wird. Die räumliche Ausrichtung der einzelnen Brennstoffzuführungs Kanäle 12 ist derart vorgenommen, dass der Brennstoffaustrag weitgehend tangential an die sich innerhalb des Brenners ausbildende Drallströmung D anschmiegt, ohne dabei die Drallströmung in ihrem Strömungsverhalten wesentlich zu beeinträchtigen. Nochmals sei an dieser Stelle betont, dass eine Brennstoffeinspeisung mit zunehmend radialer Komponente zwar für eine verbesserte Durchmischung mit der sich innerhalb des Brenners ausbildenden Drallströmung sorgt, diese jedoch auch in ihrem Strömungsverhalten zunehmend irritiert, wodurch die unerwünschten turbulenten Wirbelbildungen entstehen, die wiederum die Flammenrückschlaggefahr erhöhen. Insofern ist die Anordnung und Ausbildung der Strömungskanäle, durch die das Synthesegas in das Innere des Brenners eingespeist wird, unter einem Kompromiss vorzunehmen, hinsichtlich einer optimierten Mischungsqualität sowie reduzierter Flammenrückschlaggefahr.

[0027] In einer weiteren Längsschnittdarstellung gemäss Fig. 4 sind stromauf zu den Austrittsöffnungen 9' der Zuführkanäle 12 Spülgaskanäle 13 vorgesehen, durch die in an sich bekannter Weise zusätzliche Luft längs der Wand des sich stromab zum Übergangsabschnitt 6 anschliessenden Mischrohrs 8 ausgetragen wird. Das in Fig. 4 dargestellte Ausführungsbeispiel sieht vor, dass auch durch die Spülgaskanäle 13 Wasserstoff enthaltendes Synthesegas ausgetragen wird, insbesondere in Fällen, in denen der Brenner mit Erdgas und Erdöl betrieben wird. Die zusätzliche Nutzung bereits vorhandener Spülgaskanäle bzw. Filmlochöffnungen mit Wasserstoff enthaltendem Brennstoff trägt dazu bei, die Brennstoffkonzentration im Bereich der Brennerwand, d.h. der Wand längs des Mischrohrs, zu kontrollieren bzw. zu beeinflussen.

[0028] Das lösungsgemässe Brennerkonzept hilft somit die Flammenrückschlaggefahr erheblich zu reduzieren, dies zum einen durch eine längs des Mischrohrs wandnahe Strömungsgeschwindigkeitserhöhung, zum anderen durch eine individuelle Anpassung der Einspeisung zusätzlichen Brennstoffes, d.h. Wasserstoff enthal-

tenden Brennstoffes in Bezug auf die bereits innerhalb des Drallerzeugers sich ausbildenden Drallströmung, wodurch turbulente Wirbelbildungen weitgehend vermieden bzw. reduziert werden können. Aufgrund des weit-
 5 aus geringeren spezifischen Gewichtes des eingespeisten Wasserstoff enthaltenden Synthesegases im Vergleich zum weitaus größeren Luftanteil der sich innerhalb des Brenners ausbildenden Drallströmung bewirkt die,
 10 durch die Rotationsbewegung auftretende Zentrifugalkraft, eine radiale Durchmischung des im peripheren Randbereich eingespeisten Synthesegases derart, dass vor Eintritt der Luft-Brennstoff-Drallströmung in die Brennkammer eine vollständige Durchmischung des eingespeisten Wasserstoffs erreicht wird. Aufgrund des inner-
 15 halb des Übergangsabschnittes vorhandenen Platzes ist es überdies möglich, die Massnahme zur Brennstoffeinspeisung in robuster Bauform und hoher Integrität vorzunehmen. So können die Brennstoffzuführleitungen sowie Austrittsöffnungen in Abhängigkeit des gewählten
 20 Wasserstoff-aufweisenden Brennstoffes, individuell gestaltet und dimensioniert werden. Bereits vorhandene Spülluft-Zuführöffnungen zur Ausbildung wandnaher Filmschichten können gleichfalls zur Einspeisung von Wasserstoff enthaltenden Synthesegas genutzt werden.
 25 Durch die zusätzliche Einspeisung von Synthesegas erst im Bereich des Übergangsabschnittes 6 ist die mittlere Verweilzeit des Wasserstoffs im Vergleich zu einer Einspeisung längs des Drallerzeugers weitaus geringer, so dass der Brennerbetrieb entsprechend sicherer durchgeführt werden kann.
 30

Bezugszeichenliste

[0029]

35	1	Drallerzeuger
	2	Drallschalen, Teilkegelschalen
	3	Brennstoffdüse
	4	Luft Eintrittsschlitze
40	5	Mittel zur Einspeisung von Synthesegas
	6	Übergangsabschnitt
	7	Strömungsleitmittel
	8	Mischrohr
	9	Mittel zur Einspeisung eines Wasserstoff enthal-
45		tenden Brennstoffes
	9'	Austrittsöffnung
	10	Versorgungsleitung
	11	Brennstoffreservoir
	12	Zuführleitungen
50	13	Leitungen für Reinigungsluft bzw. Spülgas
	A	Brennerachse
	B	Brennkammer
	D	Drallströmung
	RB	Rückströmblase, Rückströmzone
55	BH2	Synthesegas
	Bfl	Flüssigbrennstoff
	Bg	Gasförmiger Brennstoff
	L	Verbrennungsluft

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Brenners, welcher Brenner im wesentlichen aus einem Drallerzeuger (1) besteht, der eine Drallströmung des Verbrennungsluftstromes bildet, wobei stromab dieses Drallerzeugers (1) eine Mischstrecke anschliesst, bei welcher innerhalb eines ersten Übergangsabschnittes (6) in Strömungsrichtung verlaufende Strömungsleitmittel (7) wirken, welche die Überführung der im Drallerzeuger (1) gebildeten Drallströmung in das stromab der Strömungsleitmittel (7) wirkenden Mischrohr (8) übernehmen, wobei im Drallerzeuger (1) Mittel zur Eindüsung eines flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffs in den Verbrennungsluftstrom vorhanden sind, und wobei das so entstandene Brennstoff/Luft-Gemisch in einer sich stromab der Mischstrecke anschliessenden Brennkammer unter Bildung einer Rückstromzone (RB) gezündet und verbrannt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Wasserstoff enthaltender oder ein aus Wasserstoff bestehender Brennstoff (BH2) innerhalb der Strömungsleitmittel (7) und/oder stromab dieser Strömungsleitmittel (7) in die stromauf gebildete Strömung des Brennstoff/LuftGemisches eingebracht wird.

5

10

15

20

25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspeisung des den Wasserstoff enthaltenden oder aus Wasserstoff bestehenden gasförmigen Brennstoffs derart durchgeführt wird, dass eine Strömungsstörung der Brennstoff-Luft-Drallströmung (D) minimiert wird.

30
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspeisung des Brennstoffes mit einer in Drallrichtung der Brennstoff-Luft-Drallströmung (D) orientierten Tangentialkomponente sowie mit einer längs zu einer Brennerachse (A) orientierten Radialkomponente erfolgt.

35

40
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserstoff enthaltende oder aus Wasserstoff bestehende Brennstoff in Form einer Vielzahl einzelner Brennstoffströmungen in zirkulärer Verteilung um die rotierende Brennstoff-Luft-Drallströmung (D) eingespeist wird.

45
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** unmittelbar stromauf zur Einspeisung des den Wasserstoff enthaltenden oder aus Wasserstoff bestehenden Brennstoffs Reinigungsluft über die Austrittsöffnungen (9') für den Brennstoff zumindest zeitweise ausgebracht wird.

50
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffströmung einen kreisförmigen, elliptischen, ringförmigen, nahezu rechteckigen oder nahezu dreieckigen Strömungsquerschnitt aufweist.

55
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserstoff enthaltende oder aus Wasserstoff bestehende Brennstoff mit einem Strömungsimpuls in den Bereich des Übergangsabschnittes (6) eingespeist wird, der weitgehend an den Strömungsimpuls der sich längs des Übergangsabschnittes (6) ausbreitenden, rotierenden Brennstoff-Luft-Drallströmung (D) angepasst ist oder diesem entspricht.

5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserstoff enthaltende oder aus Wasserstoff bestehende Brennstoff vor Eintritt in den Drallerzeuger (1) teilweise katalytisch oxidiert wird.

15
9. Brenner zur Durchführung eines Verfahrens, das auf einer Vormischung eines flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffs beruht, und bei welchem an passender Stelle mindestens ein zusätzlicher Brennstoff zugemischt wird, wobei der Brenner im wesentlichen aus einem Drallerzeuger (1) zur Bildung eines Verbrennungsluftstromes besteht, wobei stromab dieses Drallerzeugers

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995
10. Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dritte Mittel (9) eine Vielzahl einzelner in dem Übergangsabschnitt (6) zirkular gleich verteilt angebrachter Austrittsöffnungen (9') vorsieht, aus denen der Wasserstoff enthaltende oder aus Wasserstoff bestehende Brennstoff ausbringbar ist.

10
11. Brenner nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,**

net, dass die Austrittsöffnungen (9') derart längs des Übergangsabschnittes (6) ausgebildet und angeordnet sind, dass der Brennstoff mit einer Tangential- und Radialkomponente relativ zur Brennerachse (A) ausbringbar ist.

5

- 12.** Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (1) aus mindestens zwei hohlen in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelschalen besteht, dass der Querschnitt des von den hohlen Teilkegelschalen gebildeten Innenraumes in Strömungsrichtung zunimmt, dass die jeweiligen Längssymmetrieachsen dieser Teilkegelschalen versetzt zueinander verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilkegelschalen in deren Längserstreckung tangentielle Schlitz- oder Kanäle für die Einströmung einer Verbrennungsluft in den von den Teilkegelschalen gebildeten Innenraum bilden.
- 13.** Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger aus mindestens zwei hohlen in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten sich zu einem Körper ergänzenden Teilschalen besteht, dass der Querschnitt des von den hohlen Teilschalen gebildeten Innenraum in Strömungsrichtung zylindrisch oder quasi-zylindrisch verläuft, dass die jeweiligen Längssymmetrieachsen dieser Teilschalen versetzt zueinander verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilschalen in deren Längserstreckung tangentielle Schlitz- oder Kanäle für die Einströmung einer Verbrennungsluft in den von den Teilschalen gebildeten Innenraum bilden, und dass der Innenraum einen Innenkörper aufweist, dessen Querschnitt in Strömungsrichtung abnimmt.
- 14.** Brenner nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenkörper in Strömungsrichtung kegelförmig oder quasi-kegelförmig verläuft.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

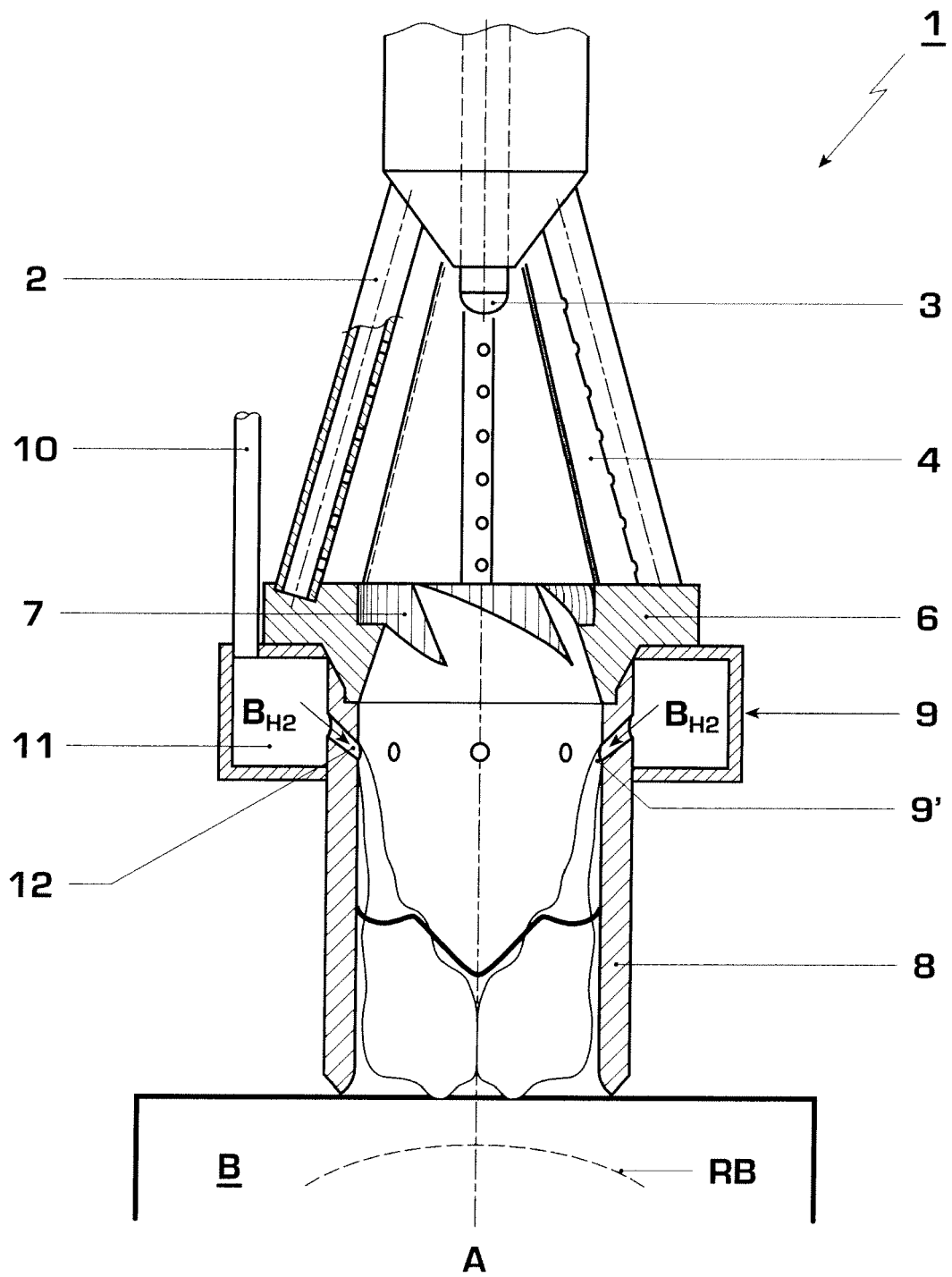


Fig. 1

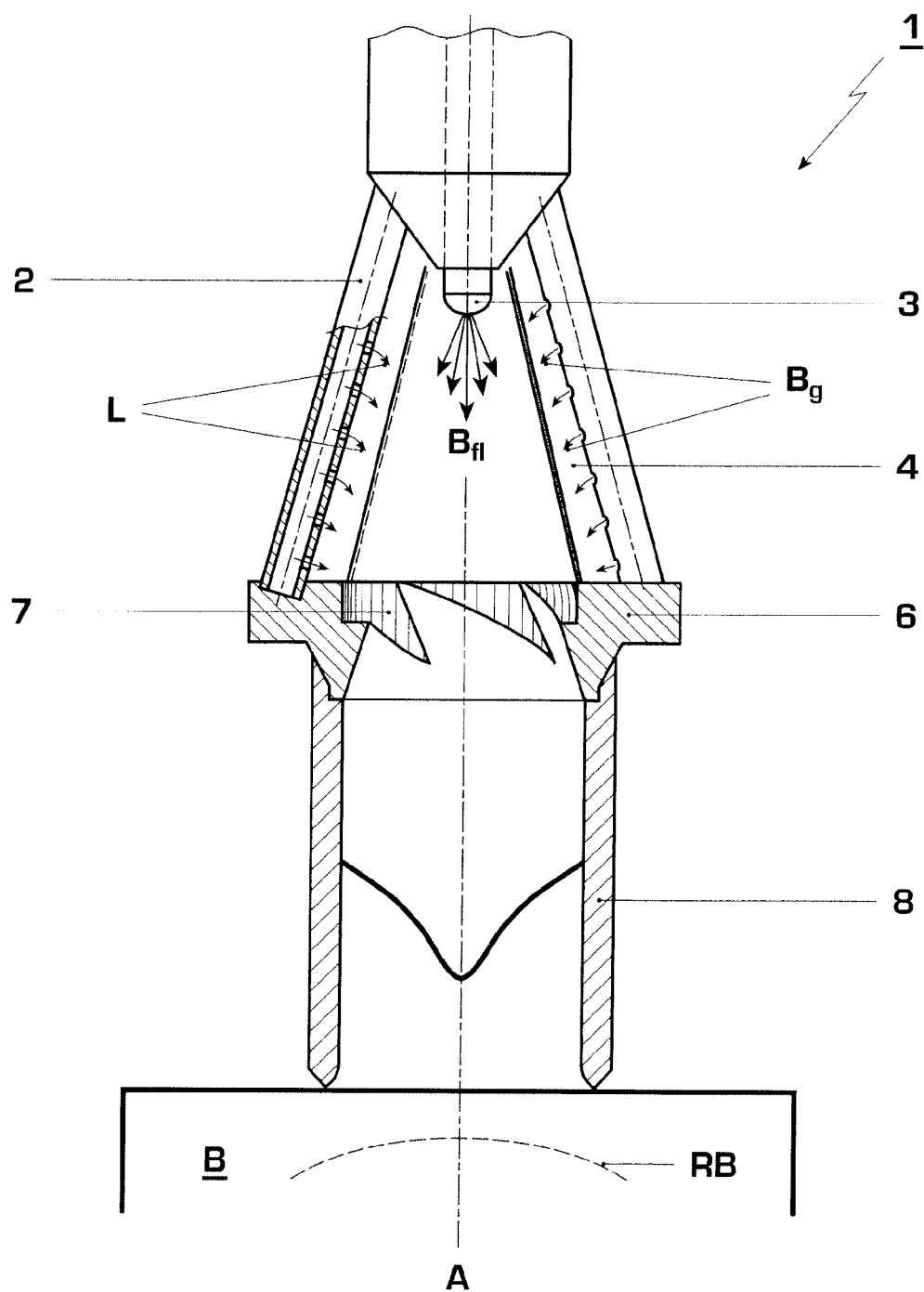


Fig. 2a

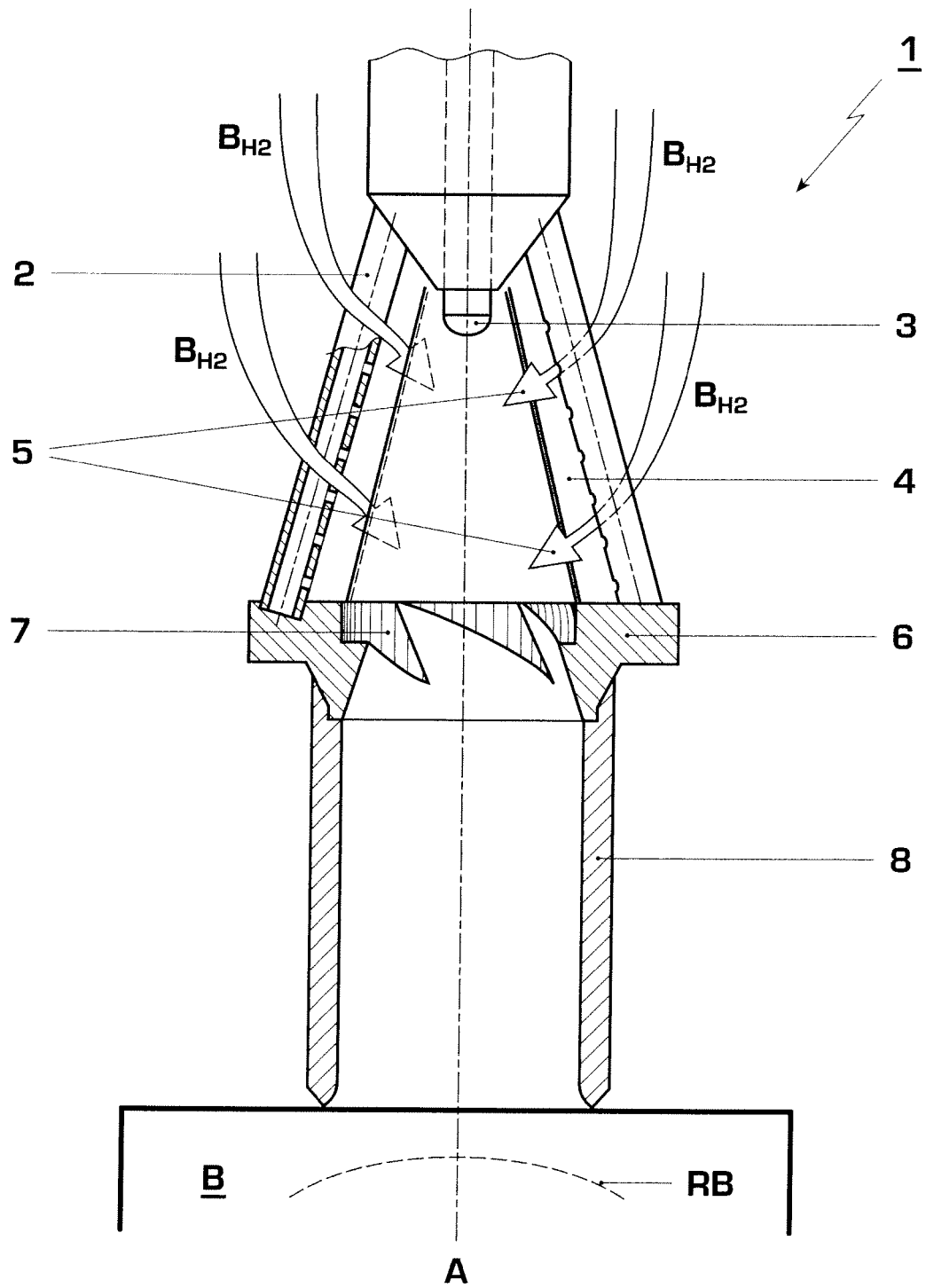


Fig. 2b

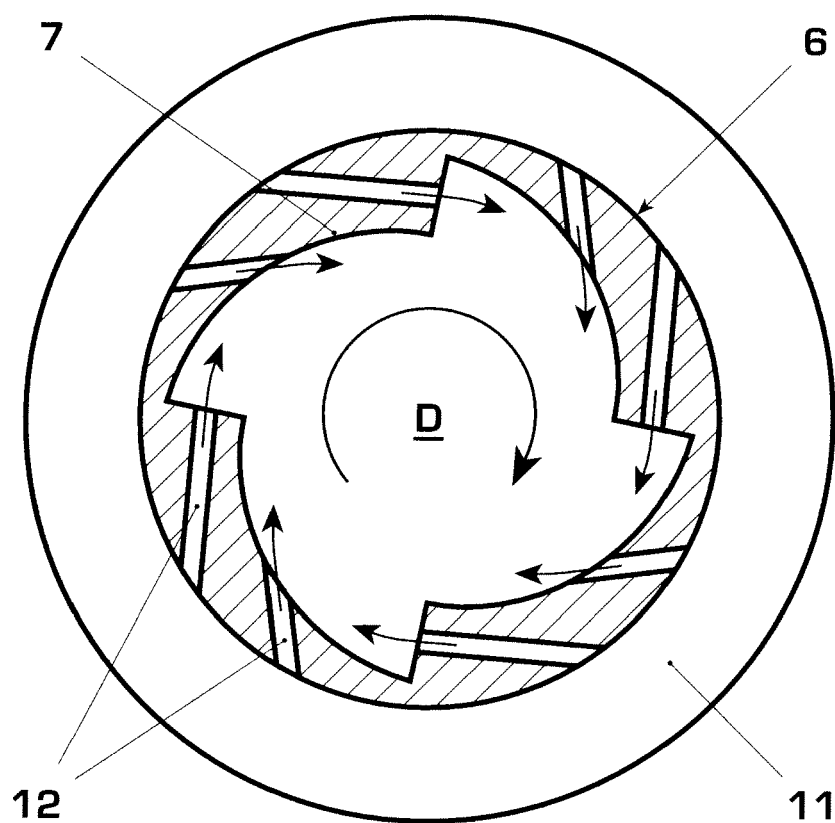


Fig. 3

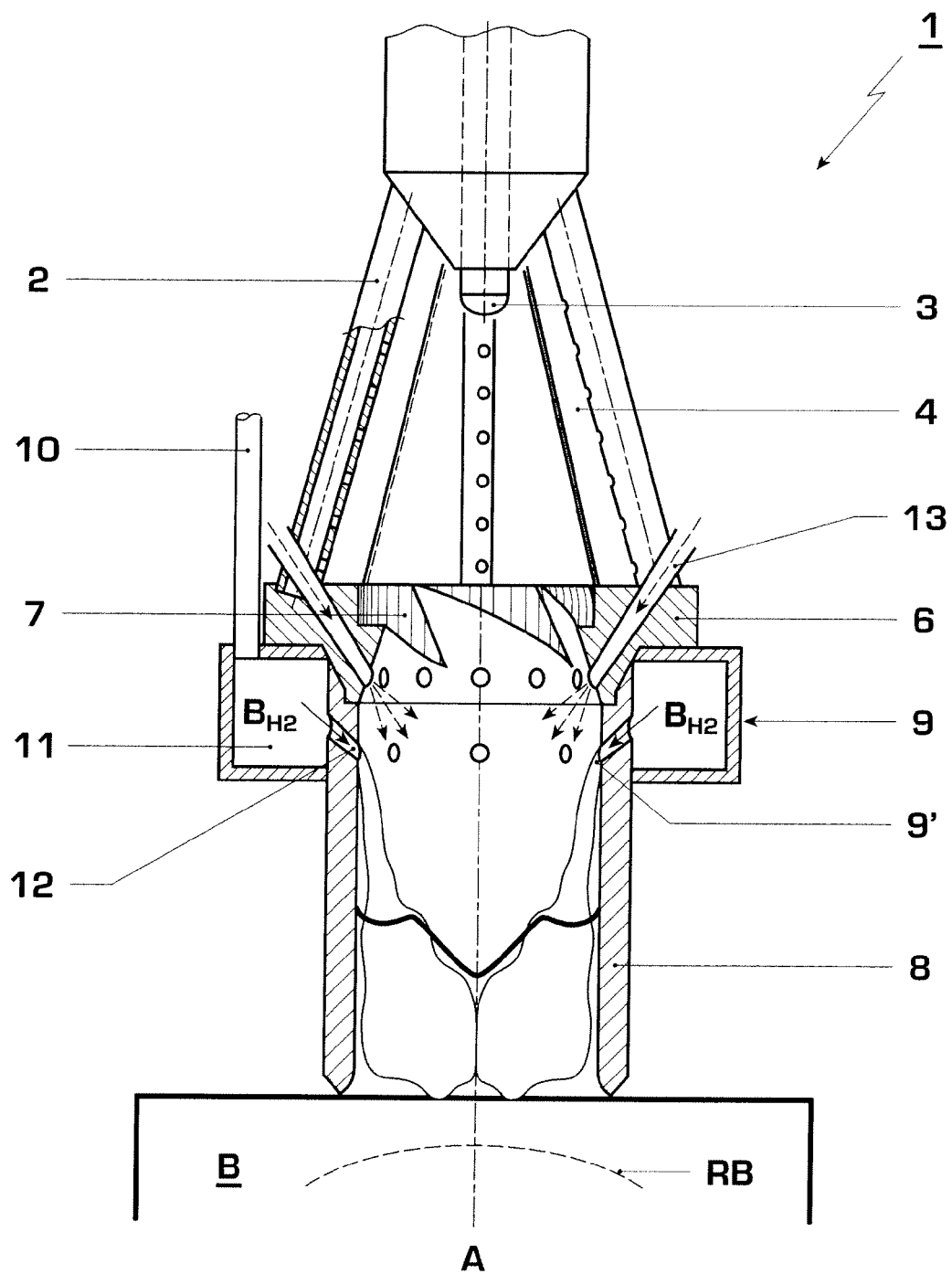


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 16 8235

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2006/058843 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; CARRONI RICHARD [CH]; GRIFFIN TIMOTHY [CH]) 8. Juni 2006 (2006-06-08)	1,8,9,12	INV. F23C7/00 F23D11/40 F23D17/00 F23R3/28
Y	* Seite 15, Zeile 10 - Zeile 16; Abbildung 9 * * Seite 16, Absatz 1; Abbildung 10 *	4-6,13,14	
X	WO 2006/069861 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; KNOEPFEL HANS PETER [CH]) 6. Juli 2006 (2006-07-06)	9,10,12	
Y	* Seite 10, Absatz 2 - Seite 11, Absatz 1; Abbildungen 1-4 *	4-6	
X	WO 2005/121648 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; FLOHR PETER [CH]; OOMENS GIJSBERTUS [CH];) 22. Dezember 2005 (2005-12-22) * Seite 12, Absatz 3 - Seite 13, Absatz 1; Abbildungen 4b,4d,4e *	9,10,12	
X	DE 197 57 189 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 24. Juni 1999 (1999-06-24) * Spalte 4, Zeile 50 - Zeile 53; Abbildung 1 *	9,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	EP 0 833 105 A (ABB RESEARCH LTD [CH] ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 1. April 1998 (1998-04-01) * Abbildung 1 *	13,14	F23C F23D F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. März 2009	Prüfer Coquau, Stéphane
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur 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			

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 16 8235

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

04-03-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006058843 A	08-06-2006	CN 101069039 A	07-11-2007
		EP 1817526 A1	15-08-2007
		JP 2008522123 T	26-06-2008
		US 2008280239 A1	13-11-2008
WO 2006069861 A	06-07-2006	CN 101243287 A	13-08-2008
		EP 1828684 A1	05-09-2007
		US 2007259296 A1	08-11-2007
WO 2005121648 A	22-12-2005	AT 373802 T	15-10-2007
		CN 1965197 A	16-05-2007
		EP 1754003 A1	21-02-2007
		ES 2294719 T3	01-04-2008
		US 2007099142 A1	03-05-2007
DE 19757189 A1	24-06-1999	US 6045351 A	04-04-2000
EP 0833105 A	01-04-1998	CN 1185561 A	24-06-1998
		DE 19640198 A1	02-04-1998
		JP 3904685 B2	11-04-2007
		JP 10110912 A	28-04-1998
		US 6126439 A	03-10-2000

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 0321809 B1 [0003]
- EP 0780629 A2 [0003] [0005]
- WO 9317279 A [0003]
- EP 1070915 A1 [0003]
- WO 2006058843 A1 [0005]