



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.2002 Patentblatt 2002/45

(51) Int Cl.7: **F23R 3/40, F23C 11/00**

(21) Anmeldenummer: **02405325.8**

(22) Anmeldetag: **22.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Carroni, Richard**
5443 Niederrohrdorf (CH)
• **Eroglu, Adnan**
5417 Untersiggenthal (CH)
• **Griffin, Timothy**
5408 Ennetbaden (CH)
• **Schmidt, Verena**
5400 Baden (CH)

(30) Priorität: **30.04.2001 US 286995 P**
14.12.2001 CH 20012298

(71) Anmelder: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**
5401 Baden (CH)

(54) **Vorrichtung zum Verbrennen eines gasförmigen Brennstoff-Oxidator-Gemischs**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum Verbrennen eines gasförmigen Brennstoff-Oxidator-Gemischs (4), insbesondere für eine Kraft-

werksanlage, umfassend eine Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2), in der ein Teil des Brennstoff-Oxidator-Gemischs (4) verbrennt und die eine Drallströmung (6) erzeugt.

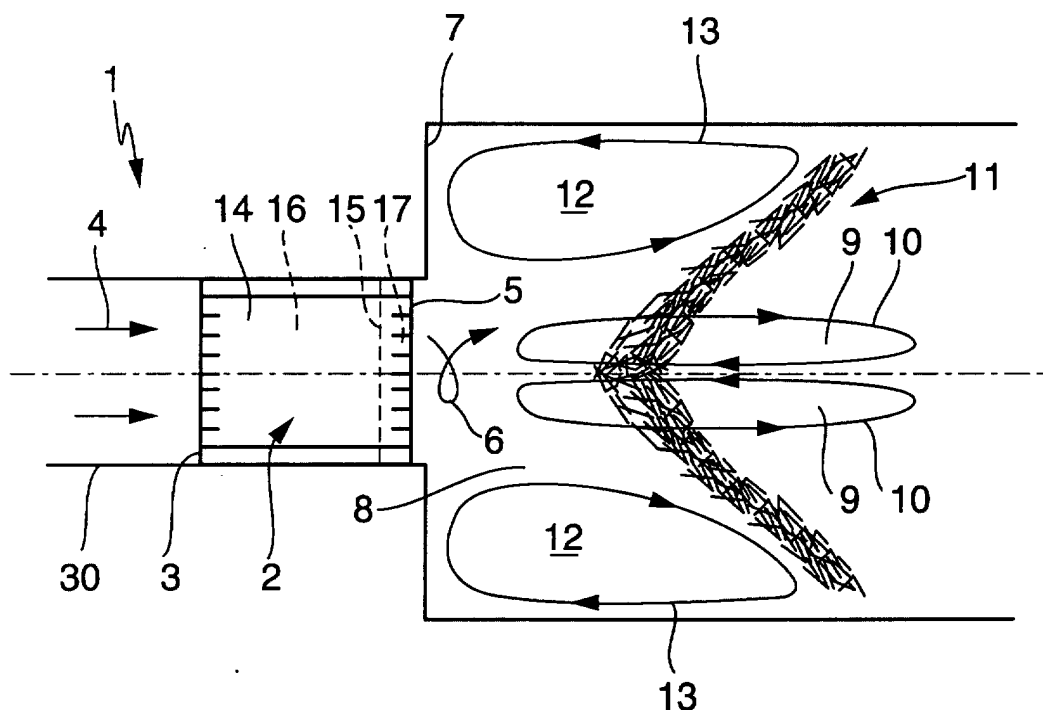


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verbrennen eines gasförmigen Brennstoff-Oxidator-Gemischs, insbesondere für eine Kraftwerksanlage.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 833 105 A2 ist ein Vormischbrenner bekannt, bei dem in einem Innenraum ein sich in Strömungsrichtung verjüngender kegelförmiger Innenkörper angeordnet ist. Eine äußere Ummantelung des Innenraums ist durch tangential angeordnete Lufteintrittskanäle durchbrochen, durch welche ein Verbrennungsluftstrom in den Innenraum strömt. Hierdurch kann sich im Innenraum eine Drallströmung ausbilden, die dann über mindestens eine Brennstoffdüse mit einem Brennstoff angereichert wird. Im nachgeschalteten Mischrohr erfolgt dann die Gemischbildung der beiden Medien. Das Mischrohr geht anschließend über einen Querschnittsprung in einen Brennraum über, wobei sich im Bereich der Ebene des Querschnittsprungs eine Rückströmzone bildet, welche die Stabilität der Verbrennung gewährleistet. Zur Ausbildung eines derartigen Mischrohrs benötigt der bekannte Vormischbrenner einen relativ großen Einbauraum. Läßt man das Mischrohr weg, reduziert sich die Stabilität und Homogenität der Flammen in der Brennkammer. Des weiteren besteht die Gefahr von Druckpulsationen.

[0003] Aus der US 5 202 303 und der US 5 328 359 sind Katalysatoren bekannt, die aus gewelltem oder gefaltetem Bahnmaterial aufgebaut sind, wobei ihre Falten oder Wellen eine Vielzahl von durchströmbaren Kanälen bilden. Bei der Durchströmung eines derartigen Katalysators wird ein Teil eines Brennstoff-Oxidator-Gemischs verbrannt. Um bei einem solchen Katalysator eine Überhitzung zu vermeiden, muß die Verbrennung auf nur einen Teil des den Katalysator durchströmenden Gemischs beschränkt werden. Zu diesem Zweck sind nur einige der Kanäle, z.B. durch eine entsprechende Beschichtung, katalytisch aktiv ausgebildet, während die anderen Kanäle katalytisch inaktiv sind. Bei der Durchströmung des Katalysators findet dann nur innerhalb der katalytisch aktiven Kanäle eine Verbrennung statt, während die Durchströmung der katalytisch inaktiven Kanäle den Katalysator kühlt. Bei herkömmlichen Katalysatoren sind jedoch die Katalysatoraustrittstemperaturen zu niedrig, um die Flammen in der Brennkammer hinreichend zu stabilisieren.

Darstellung der Erfindung

[0004] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Vorrichtung der eingangs genannten Art eine Ausführungsform an-

zugeben, die insbesondere hinsichtlich Kompaktheit ihres Aufbaus und Stabilität und Homogenität der Flammen in der Brennkammer, verbessert ist.

[0005] Dieses Problem wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, aus dem Brennstoff-Oxidator-Gemisch eine Drallströmung zu erzeugen und die Temperatur des Gemischs vor dem Eintritt in die Brennkammer mit einem Katalysator zu erhöhen. Zu diesem Zweck weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine durchströmbare Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung auf, in der ein Teil des Brennstoff-Oxidator-Gemischs verbrennt und die eine Drallströmung erzeugt. Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag kann in der Brennkammer die Stabilität und Homogenität der Flammen erhöht und die Pulsationsgefahr reduziert werden. Darüber hinaus kann eine derartige Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung in der Strömungsrichtung relativ kurz bauen, so daß die Vorrichtung insgesamt einen kompakten Aufbau besitzt.

[0007] Grundsätzlich ist es möglich, die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung so auszubilden, daß sie einen Katalysator und einen stromab unmittelbar daran anschließenden Drallerzeuger aufweist. Bevorzugt wird jedoch eine Ausführungsform, bei der die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung einen Katalysator aufweist, der als Drallerzeuger ausgebildet ist. Mit anderen Worten, der Katalysator bzw. der Katalysatorkörper ist so ausgebildet, daß die daraus austretende Strömung den gewünschten Drall aufweist. Durch diese Bauweise können zwei Funktionen, nämlich die katalytische Verbrennung und die Drallerzeugung, in ein kompaktes Bauteil integriert werden.

[0008] Zweckmäßig besitzt die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung mehrere, im wesentlichen parallel zueinander, also in der gleichen Richtung verlaufende, durchströmbare Kanäle, von denen die einen, insbesondere etwa die Hälfte, katalytisch aktiv und die anderen katalytisch inaktiv ausgebildet sind. Die Kanäle können um eine Längsmittelachse der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung verteilt angeordnet sein, wobei sich diese Längsmittelachse in der Hauptdurchströmungsrichtung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung erstreckt. Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform können die Kanäle gegenüber der Längsmittelachse geneigt sein, derart, daß die Längsrichtung der Kanäle jeweils gegenüber einer Geraden geneigt verläuft, die sich parallel zur Längsmittelachse erstreckt. Hierdurch wird für die Kanäle eine Anordnung vorgeschlagen, die bewirkt, daß an der Abströmseite der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung, also an den Austrittsenden der Kanäle, die gewünschte Drallströmung austritt.

[0009] Um den Druckabfall bei der Durchströmung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung zu reduzieren, kann die Neigung der Kanäle gegenüber der Längs-

mittelachse in der Strömungsrichtung, insbesondere stetig oder stufenförmig sowie kontinuierlich oder progressiv, zunehmen, wobei die Neigung der Kanäle am Eintritt den Wert Null aufweisen kann, das heißt, die Kanäle verlaufen dann an ihrem Eintritt parallel zur Längsmittelachse.

[0010] Gemäß einer besonderen Weiterbildung kann die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung radial zur Längsmittelachse mehrere Schichten aus einem gewellten oder gefalteten ersten Bahnmaterial aufweisen, dessen Wellen oder Falten die katalytisch aktiven bzw. inaktiven Kanäle bilden, wobei radial zwischen zwei benachbarten Schichten eine Zwischenschicht aus einem glatten zweiten Bahnmaterial angeordnet ist. Dieser Aufbau gewährleistet, daß radial benachbarte Wellen oder Falten nicht ineinander eindringen können, so daß die Kanäle stets gleichbleibende Strömungsquerschnitte aufweisen.

[0011] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine stark vereinfachte Prinzipdarstellung einer Vorrichtung nach der Erfindung,
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht auf eine Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung bei einer bevorzugten Ausführungsform,
- Fig. 3 einen Teilquerschnitt durch die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung gemäß Fig. 2.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0013] Entsprechend Fig. 1 weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 eine durchströmbare Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 auf, deren Anströmseite 3 ein gasförmiges Brennstoff-Oxidator-Gemisch 4 zugeführt wird, das in Fig. 1 durch Pfeile symbolisiert ist. Die Vorrichtung 1 bildet einen Brenner mit einer Zuströmleitung 30, in der die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 angeordnet ist. Die erfindungsgemäße Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 ist so ausgebildet, daß darin ein Teil des Brennstoff-Oxidator-Gemischs 4 verbrennt und daß an einer Abströmseite 5 eine Drallströmung austritt, was durch einen Pfeil 6 symbolisiert ist. Die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 ist dabei unmittelbar vor einer abrupten Querschnittserweite-

rung 7 (Querschnittssprung) angeordnet, die am Eintritt einer Brennkammer 8 ausgebildet ist. Hierdurch kann die Drallströmung sofort aufplatzen.

[0014] Bei einer hinreichend großen Drallzahl kann sich dadurch in der Brennkammer 8 eine zentrale Re-zirkulationszone 9 ausbilden. Entsprechende Wirbel 10 sind durch geschlossene Pfeillinien angedeutet. Die Re-zirkulationszone 9 bildet eine Art Verankerung für eine homogene Flammenfront 11 in der Brennkammer 8. Eine Stabilisierung der Flammenfront 11 ergibt sich dadurch, daß die zentralen Wirbel 10 eine Vermischung zwischen den Produkten der homogenen Verbrennung in der Brennkammer 8 mit den teilweise verbrannten Produkten der katalytischen Verbrennung in der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 unterstützen. Dies entspricht einer internen Abgasrückführung, die eine intensive Vorheizung der Gesamtmischung bewirkt und gleichzeitig die lokalen Geschwindigkeiten auf Werte reduziert, die der Flammengeschwindigkeit entsprechen. Dieser Vorgang wird in entsprechender Weise auch durch eine Rezirkulationszone 12 unterstützt, die durch die plötzliche Querschnittserweiterung 7 erzeugt wird. Entsprechende Wirbel 13 sind hier ebenfalls durch geschlossene Pfeillinien angedeutet. Die so erreichte Flammenstabilisierung unterstützt zusätzlich die komplette Verbrennung und reduziert die Emission von Schadstoffen, wie z.B. CO und NO_x, aufgrund der verbesserten Durchmischung.

[0015] Eine derartige Vorrichtung kommt z.B. bei Kraftwerksanlagen zum Einsatz und dient dort zur Erzeugung heißer Gase zum Betrieb einer Turbine, insbesondere einer Gasturbine.

[0016] Wie bereits weiter oben erläutert verbrennt ein Teil des Brennstoff-Oxidator-Gemischs 4 bei der Durchströmung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2, wodurch sich am Eintritt der Brennkammer 8 die Temperatur des eingeleiteten Brennstoff-Oxidator-Gemischs erhöht. Diese hohen Temperaturen verbessern zusätzlich die Flammenstabilität und vermeiden die Entstehung von Pulsationen.

[0017] Die genaue Position der Flammenfront 11 in der Brennkammer 8 kann durch die Geometrie und/oder die Anordnung und/oder den Aufbau der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 beeinflusst werden.

[0018] Die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 besteht vorzugsweise aus einem Katalysator 14, der als Drallerzeuger ausgebildet ist. Ebenso ist es möglich, den Drallerzeuger und den Katalysator als separate Bauteile auszubilden, die in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet sind. Eine derartige Ausführungsform ist in Fig. 1 zusätzlich durch eine unterbrochene Linie angedeutet, welche die Grenze 15 zwischen einem stromauf angeordneten Katalysator 16 und einem stromab des Katalysators 16 unmittelbar daran anschließenden Drallerzeuger 17 symbolisiert.

[0019] Entsprechend den Fig. 2 und 3 weist die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 mehrere, im wesentlichen parallel zueinander verlaufende, durch-

strömbare Kanäle 18 und 19 auf. Die einen Kanäle sind als katalytisch aktive Kanäle 18 ausgebildet, während die anderen Kanäle als katalytisch inaktive Kanäle 19 ausgebildet sind. Zweckmäßig wechseln sich katalytisch aktive Kanäle 18 und katalytisch inaktive Kanäle 19 ab, wodurch die Kühlwirkung für den Katalysator 14 bzw. die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 verbessert wird. Die Kanäle 18, 19 sind um eine Längsmittelachse 20 der hier zylindrisch, insbesondere kreiszylindrisch, ausgebildeten Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 in radialer Richtung und in Umfangsrichtung verteilt angeordnet. Die Längsmittelachse 20 verläuft dabei parallel zur Hauptdurchströmungsrichtung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2.

[0020] Um den Drallerzeuger in den Katalysator 14 zu integrieren, sind die Kanäle 18, 19 gegenüber der Längsmittelachse 20 geneigt, das heißt, die Längsrichtungen der Kanäle 18, 19 verlaufen gegenüber einer Geraden jeweils geneigt, die parallel zur Längsmittelachse 20 verläuft. Dieser Zusammenhang ist in Fig. 2 exemplarisch anhand eines einzelnen Kanals 18 gezeigt, d.h. eine durch eine unterbrochene Linie dargestellte Längsrichtung 21 dieses Kanals 18 ist um einen Winkel α gegenüber einer ebenfalls durch eine unterbrochene Linie dargestellte Geraden 22 geneigt, die sich parallel zur Längsmittelachse 20 erstreckt.

[0021] Dieser Neigungswinkel α muß groß genug gewählt werden, um sicherzustellen, daß sich die zentrale Rezirkulationszone 9 in der Brennkammer 8 ausbilden kann. Darüber hinaus darf der Neigungswinkel α auch nicht zu groß gewählt werden, um einen zu großen Druckabfall an der Querschnittserweiterung 7 zu vermeiden. Zumindest bei radial weiter außen angeordneten Kanälen 18, 19 liegen geeignete Werte für den Winkel α beispielsweise zwischen 30° und 60° , was z.B. Drallzahlen Ω von 0,4 bis 1,2 entsprechen kann. Sofern die Abströmseite 5 der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 unmittelbar vor der Querschnittserweiterung 7 positioniert ist, können der Neigungswinkel α und somit der Druckverlust der Anordnung 2 reduziert werden.

[0022] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 besitzen alle Kanäle 18, 19 entlang ihrer gesamten Länge die gleiche Neigung α gegenüber der Längsmittelachse 20. Bei einer hier nicht gezeigten anderen Ausführungsform kann die Neigung α der Kanäle 18, 19 gegenüber der Längsmittelachse 20 in der Durchströmungsrichtung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 zunehmen. Diese Neigungsveränderung kann zweckmäßig stetig und progressiv erfolgen. Insbesondere kann die Neigung α an der Anströmseite der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 den Wert $\alpha = 0^\circ$ aufweisen. Durch diese Gestaltung der Kanäle 18, 19 kann der Strömungswiderstand der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 optimiert werden. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Neigung α der Kanäle 18, 19 radial von innen nach außen zunehmen. Das bedeutet, daß bei Kanälen 18, 19, die radial weiter innen angeordnet sind, die Neigung α kleiner sein kann als bei Ka-

nälen 18, 19, die radial weiter außen angeordnet sind. Diese Maßnahmen vereinfachen die Herstellung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2.

[0023] Beispielsweise kann die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 einen die Anströmseite 3 enthaltenden ersten Längsabschnitt 23 sowie einen die Abströmseite 5 aufweisenden zweiten Längsabschnitt 24 besitzen. Diese Längsabschnitte 23, 24 sind in Fig. 2 durch geschweifte Klammern gekennzeichnet. Die Längsschnitte 23, 24 können - wie hier - etwa gleich groß sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform können die Kanäle 18 und 19 im ersten Längsabschnitt 23 parallel zur Längsmittelachse 20 verlaufen, während sie im zweiten Längsabschnitt 24 eine Neigung gegenüber der Längsmittelachse 20 besitzen, die optional in Strömungsrichtung zunehmen kann. Hierdurch wird der Drallerzeuger 17 im hinteren Längsabschnitt 24 der Anordnung 2 ausgebildet. Zweckmäßig erstreckt sich der zweite Längsabschnitt 24 über etwa ein Fünftel, ein Viertel oder ein Drittel der Gesamtlänge der Anordnung 2.

[0024] Entsprechend den Fig. 2 und 3 kann die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 zweckmäßig dadurch aufgebaut werden, daß ein gewelltes oder gefaltetes erstes Bahnmaterial 25 auf ein flaches oder glattes zweites Bahnmaterial 26 aufgelegt wird. Bezüglich der Längsmittelachse 20 bildet sich dadurch in radialer Richtung eine Schichtung aus, wobei die durch das erste Bahnmaterial 25 gebildeten Schichten durch Zwischenschichten radial voneinander getrennt sind, die vom zweiten Bahnmaterial 26 gebildet sind. Bei diesem Aufbau gewährleistet das zweite Bahnmaterial 26, daß die Wellen und Falten des ersten Bahnmaterials 25 der einen Schicht nicht in die Wellen und Falten des ersten Bahnmaterials 25 einer radial benachbarten Schicht hineinragen können. Vielmehr gewährleisten die Zwischenschichten aus dem zweiten Bahnmaterial 26 gleichbleibende Kanalquerschnitte. Die einzelnen Kanäle 18 und 19 werden dabei durch die Wellen oder Falten des ersten Bahnmaterials 25 gebildet. Zur Ausbildung der katalytisch aktiven Kanäle 18 kann zweckmäßig eine Seite des ersten Bahnmaterials 25, gemäß Fig. 3 jeweils die Oberseite, mit einer katalytisch aktiven Beschichtung 27 beschichtet sein. Die gegenüberliegende Unterseite des ersten Bahnmaterials 25 ist dann unbeschichtet, wodurch die katalytisch inaktiven Kanäle 19 entstehen. Alternativ oder zusätzlich können auch die Schichten des zweiten Bahnmaterials 26 einseitig mit der Katalysatorbeschichtung 27 beschichtet sein, um die katalytisch aktiven Kanäle 18 auszubilden. Zweckmäßig bestehen die Bahnmaterialien 25, 26 aus einem Metallblech, das entsprechend vorgeformt und gegebenenfalls beschichtet ist.

[0025] Die Bahnmaterialien 25 und 26 können bezüglich der Längsmittelachse 20 konzentrisch geschichtet sein. Bevorzugt wird jedoch eine Ausführungsform, bei der die Bahnmaterialien 25 und 26 bezüglich der Längsmittelachse 20 spiralförmig geschichtet sind. Hierdurch

ergibt sich eine besonders einfache Möglichkeit zur Herstellung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2:

[0026] Die aufeinander gelegten Bahnmaterialien 25 und 26 werden auf eine Spindel 28 aufgewickelt, die nach dem Aufwickeln das Zentrum der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 bildet und sich konzentrisch zur Längsmittelachse 20 erstreckt.

[0027] Die Spindel 28 trägt somit das Bahnmaterial 25, 26, wobei ihr Durchmesser so groß gewählt ist, daß das Aufwickeln des gewellten oder gefalteten ersten Bahnmaterials 25 noch mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist. Die vollständige Wicklung kann beispielsweise durch Spanndrähte 29 gesichert werden, die umfangsmäßig die Wicklung umfassen und diese zumindest bis zum Einbau der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 in einen Brenner oder dergleichen in Form halten.

[0028] Zweckmäßig wird diese Spindel 28 so ausgebildet, daß mit ihrer Hilfe die zentrale Rezirkulationszone 9 bzw. die Flammenfront 11 in der Brennkammer 8 (vgl. Fig. 1) insbesondere hinsichtlich Form und Position beeinflußt werden kann. Beispielsweise ist die Spindel 28 als durchströmbares Rohr ausgebildet, das eine zentrale Durchströmung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 mit dem Brennstoff-Oxidator-Gemisch 4 ermöglicht. Zweckmäßig kann dann die rohrförmig ausgebildete Spindel 28 an ihrem Austrittsende eine Austrittsdüse oder eine Austrittsblende besitzen, wobei es außerdem zweckmäßig sein kann, das Austrittsende so auszubilden, daß es in Strömungsrichtung konvergiert. Durch diese Maßnahmen können aerodynamische Größen der in die Brennkammer 8 eintretenden Strömung verändert werden, die sich auf die Position und Ausdehnung der Flammenfront 11 und/oder der zentralen Rezirkulationszone 9 auswirken.

[0029] Ebenso ist es möglich, in die Spindel 28 eine Lanze für eine Brennstoff- und/oder Oxidator-Injektion zu integrieren.

[0030] Um den gewünschten Drall erzeugen zu können, benötigt die drallerzeugende Struktur eine minimale Länge L, die sich dadurch ergibt, daß der Kanaldurchmesser durch den Tangens des Neigungswinkels α dividiert wird. Die hierdurch ermittelte Länge ist relativ kurz, so daß auch die oben zu Fig. 1 erläuterte Bauweise mit separatem Katalysator 16 und separatem Drallerzeuger 17 in Strömungsrichtung noch relativ kurz baut. Bei der integrierten Bauform kann sich die axiale Länge des als Drallerzeuger ausgebildeten Katalysators 14, also der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2, nach den Anforderungen der katalytischen Konversion des Systems richten.

[0031] Die integrierte Bauweise der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 ist auch dann von besonderem Vorteil, wenn die Anordnung 2, wie oben mit Bezug auf Fig. 1 erläutert, zwei oder mehr Längsabschnitte 23, 24 besitzt, in denen sich die Kanäle 18, 19 hinsichtlich ihrer Neigung voneinander unterscheiden. Beispielsweise sind die Kanäle 18, 19 im stromauf liegenden ersten

Längsabschnitt 23 gegenüber der Längsmittelachse 20 nicht geneigt, so daß sie parallel zur Hauptdurchströmungsrichtung verlaufen, während sie im stromab liegenden Längsabschnitt 24 geneigt sind und so den Drallerzeuger ausbilden. Die einteilige Bauweise der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 reduziert dabei Druckverluste beim Übergang zwischen den aufeinanderfolgenden Längsabschnitten 23, 24. Während bei einer Bauweise mit separaten Längsabschnitten 23, 24 für den Übergang von dem einen Längsabschnitt 23 zum anderen Längsabschnitt 24 zur Erzielung einer hinreichenden Durchmischung ein Mindestabstand zwischen den aufeinander folgenden Längsabschnitten 23, 24 eingehalten werden muß, entfällt bei der einstückigen Ausbildung der Längsabschnitte 23, 24 ein derartiger Übergangs- und Mischbereich, so daß die erfindungsgemäße Anordnung 2 besonders kurz bauen kann.

[0032] Ein bedeutender Vorteil der hier vorgestellten Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung 2 wird darin gesehen, daß bei der erfindungsgemäßen Anordnung 2 die Zündung einer homogenen Verbrennungsreaktion innerhalb der Kanäle 18 vermieden werden kann, wodurch gleichzeitig die Gefahr von Flammenrückschlägen reduziert ist. Um dieses Ziel zu erreichen, können einerseits die Kanäle 18 mit hinreichend kleinen Strömungsquerschnitten, die beispielsweise zwischen 1 mm bis 5 mm liegen können, ausgestattet werden. Dies hat zur Folge, daß sich sehr große Oberflächen ausbilden, was einer Flammenbildung entgegenwirkt (thermodynamische Flammenauslöschung). Hierdurch kann entlang der Länge der Kanäle 18 die homogene Zündung vermieden werden. Andererseits unterstützt eine katalytisch aktive Oberfläche innerhalb des Drallerzeugers die Adsorption von Radikalen der homogenen Phase, wodurch die Entzündung und ein Flammenrückschlag vermieden werden (chemische Flammenauslöschung).

40 Bezugszeichenliste

[0033]

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 1 | Vorrichtung |
| 2 | Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung |
| 3 | Anströmseite von 2 |
| 4 | Brennstoff-Oxidator-Gemisch |
| 5 | Abströmseite von 2 |
| 6 | Drallströmung |
| 7 | Querschnittserweiterung |
| 8 | Brennkammer |
| 9 | zentrale Rezirkulationszone |
| 10 | Wirbel |
| 11 | Flammenfront |
| 12 | Rezirkulationszone |
| 13 | Wirbel |
| 14 | Katalysator |
| 15 | Grenze |

16 Katalysator
 17 Drallerzeuger
 18 katalytisch aktiver Kanal
 19 katalytisch inaktiver Kanal
 20 Längsmittelachse von 2
 21 Längsrichtung von 18, 19
 22 Gerade
 23 erster Längsabschnitt
 24 zweiter Längsabschnitt
 25 erstes Bahnmaterial
 26 zweites Bahnmaterial
 27 katalytische Beschichtung
 28 Spindel
 29 Spanndraht
 30 Zuströmleitung

5

10

15

geneigt sind, derart, daß die Längsrichtungen (21) der Kanäle (18, 19) jeweils gegenüber einer Geraden (22) geneigt verlaufen, die parallel zur Längsmittelachse (20) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung verläuft.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Neigung der Kanäle (18, 19) gegenüber der Längsmittelachse (20) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) in Strömungsrichtung zunimmt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Neigung der Kanäle (18, 19) gegenüber der Längsmittelachse (20) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) radial von innen nach außen zunimmt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verbrennen eines gasförmigen Brennstoff-Oxidator-Gemischs, insbesondere für eine Kraftwerksanlage, mit einer durchströmbaren Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2), in der ein Teil des Brennstoff-Oxidator-Gemischs verbrennt und die eine Drallströmung (6) erzeugt.

20

25

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) einen Katalysator (16) und einen stromab unmittelbar daran anschließenden Drallerzeuger (17) aufweist.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) einen Katalysator (14) aufweist, der als Drallerzeuger ausgebildet ist.

35

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) unmittelbar stromauf einer abrupten Querschnittserweiterung (7) am Eintritt einer Brennkammer (8) angeordnet ist.

40

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) mehrere durchströmbare Kanäle (18, 19) aufweist, von denen die einen katalytisch aktiv und die anderen katalytisch inaktiv ausgebildet sind.

45

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kanäle (18, 19) um eine Längsmittelachse (20) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) verteilt angeordnet sind, die sich in der Hauptdurchströmungsrichtung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) erstreckt, und daß die Kanäle (18, 19) gegenüber der Längsmittelachse (20) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2)

50

55

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kanäle (18, 19) in einem die Anströmseite (3) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) enthaltenden ersten Längsabschnitt (23) parallel zur Längsmittelachse (20) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) verlaufen und erst in einem die Abströmseite (5) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) enthaltenden zweiten Längsabschnitt (24) gegenüber der Längsmittelachse (20) der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) geneigt sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) radial zu einer parallel zur Hauptdurchströmungsrichtung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) verlaufenden Längsmittelachse (20) mehrere Schichten aus einem gewellten oder gefalteten ersten Bahnmaterial (25) aufweist, dessen Wellen oder Falten die Kanäle (18, 19) bilden, wobei radial zwischen zwei benachbarten Schichten eine Zwischenschicht aus einem flachen oder glatten zweiten Bahnmaterial (26) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bahnmaterialien (25, 26) bezüglich der Längsmittelachse (20) konzentrisch oder spiralförmig geschichtet sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) eine zentrale Spindel (28) aufweist, die sich konzentrisch zur Längsmittelachse erstreckt und die die Bahnmaterialien (25, 26) trägt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spindel (28) so ausgebildet ist, daß sie eine Rezirkulationszone (9) und/oder eine Flammenfront (11) in einer stromab der Katalysator-

Drallerzeuger-Anordnung (2) angeordneten Brennkammer (8) aerodynamisch beeinflusst.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spindel (28) als durchströmbares Rohr ausgebildet ist, durch das ein Teil des Brennstoff-Oxidator-Gemischs die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) zentral durchströmt. 5
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die rohrförmige Spindel (28) an ihrem Austrittsende konvergiert und/oder eine Austrittsblende und/oder eine Austrittsdüse aufweist. 10
16. Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung für eine Vorrichtung (1) zum Verbrennen eines Brennstoff-Oxidator-Gemischs, insbesondere für eine Kraftwerksanlage, wobei die Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) so ausgebildet ist, daß sie vom Brennstoff-Oxidator-Gemisch durchströmbare ist und daß das Brennstoff-Oxidator-Gemisch bei Durchströmung der Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) mit einem Drall beaufschlagt wird und zum Teil verbrennt. 15
20
25
17. Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung nach Anspruch 16, **gekennzeichnet durch** die kennzeichnenden Merkmale wenigstens eines der Ansprüche 2 bis 15. 30
18. Verfahren zum Herstellen einer Katalysator-Drallerzeuger-Anordnung (2) nach Anspruch 16 oder 17 für eine Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem auf ein gewelltes oder gefaltetes erstes Bahnmaterial (25) ein glattes oder flaches zweites Bahnmaterial (26) aufgelegt wird und bei dem die aufeinander gelegten Bahnmaterialien (25, 26) auf eine Spindel (28) aufgewickelt werden. 35
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wellen oder Falten gegenüber der Spindellängsachse geneigt verlaufen. 40
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die in Wickelrichtung aufeinander folgenden Wellen oder Falten abwechselnd katalytisch aktiv und katalytisch inaktiv ausgebildet sind. 45
21. Verfahren zum Verbrennen eines Brennstoff-Oxidator-Gemischs, insbesondere für eine Kraftwerksanlage, bei dem das Brennstoff-Oxidator-Gemisch mit einem Drall beaufschlagt und zum Teil katalytisch verbrannt wird, bevor es in eine Brennkammer geleitet wird. 50
55

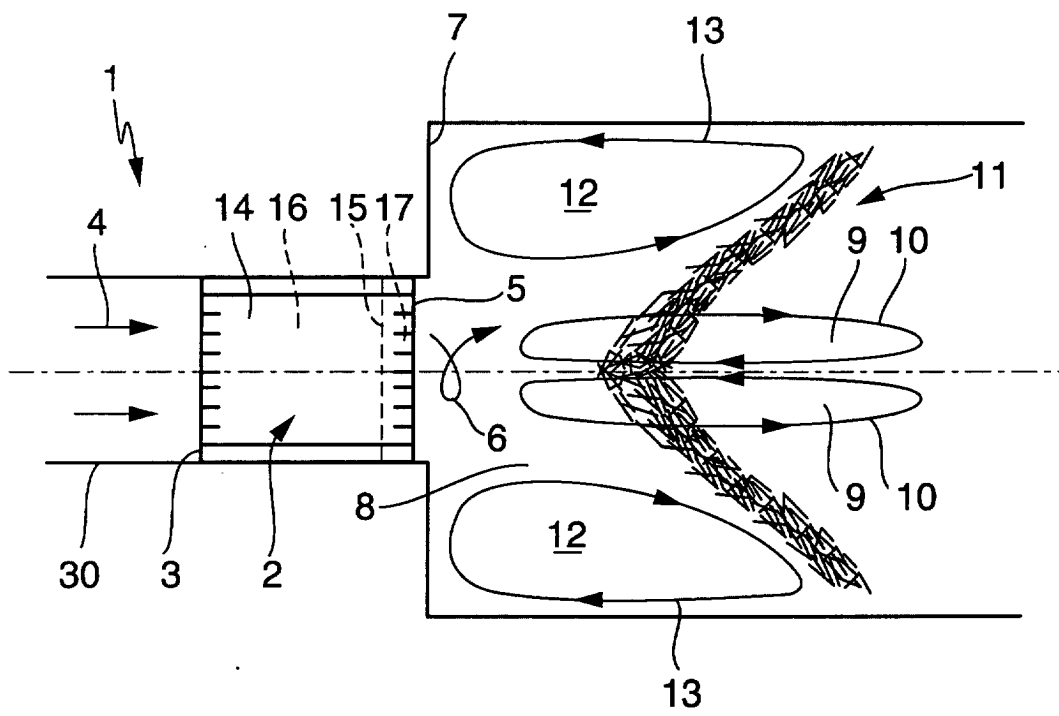


Fig. 1

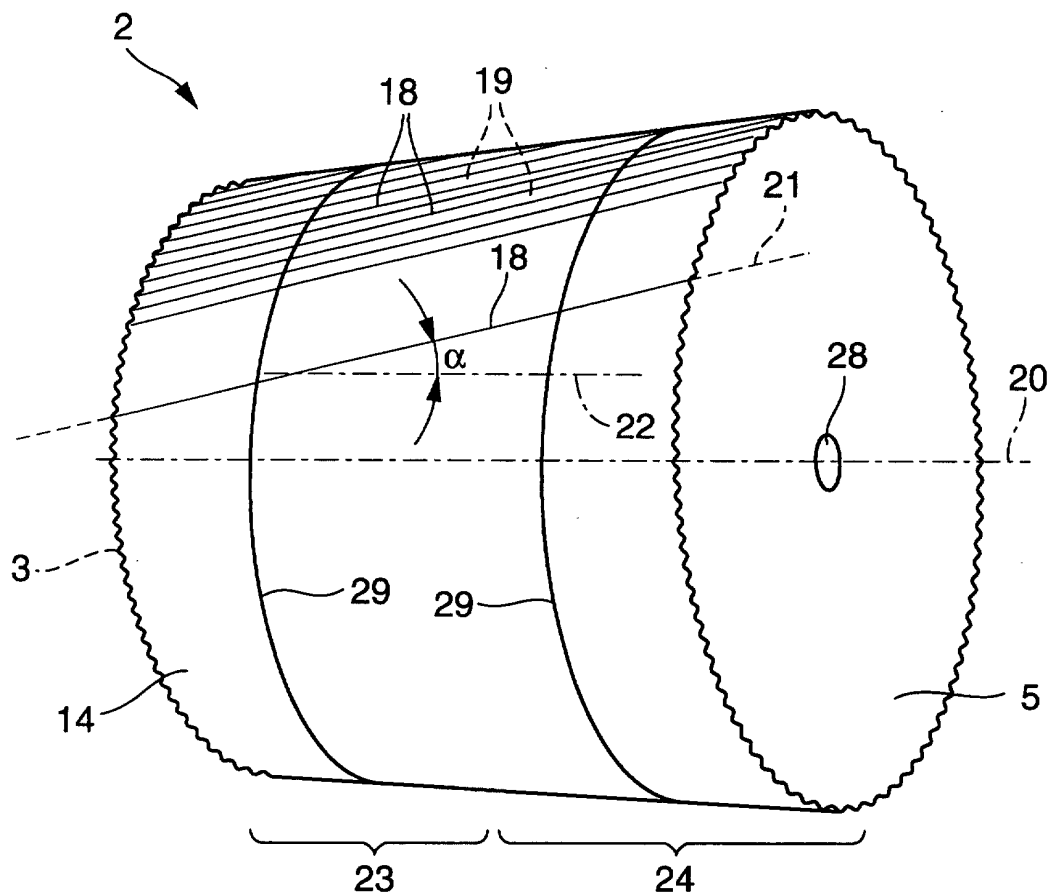


Fig. 2

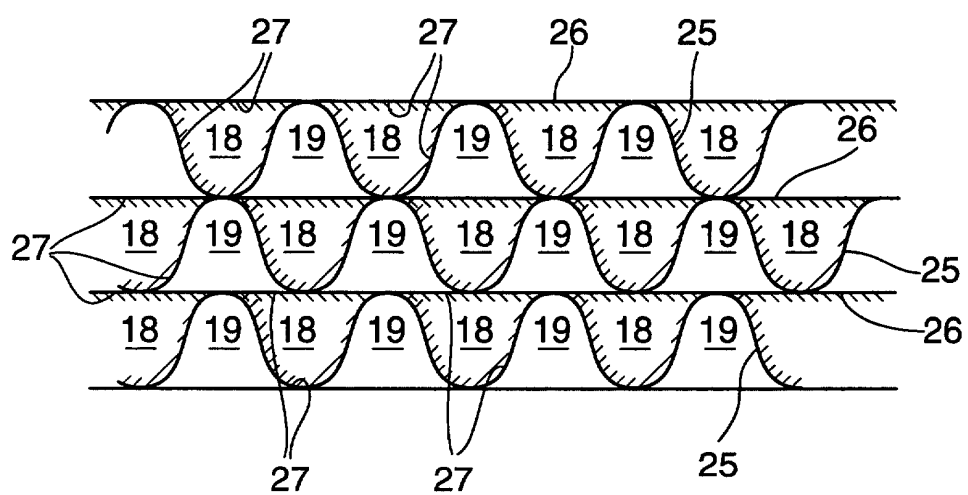


Fig. 3