



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.12.2008 Patentblatt 2008/52

(51) Int Cl.:
F23C 9/00 (2006.01) **F23D 11/10** (2006.01)
F23D 14/02 (2006.01) **F23R 3/26** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07012207.2**

(22) Anmeldetag: **21.06.2007**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

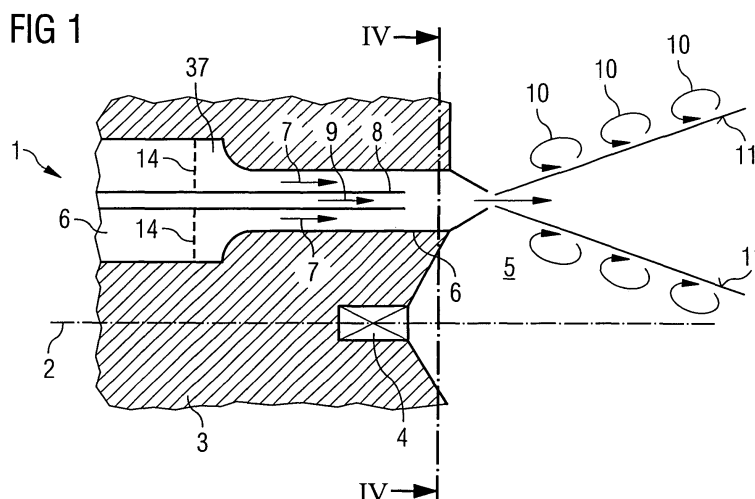
(72) Erfinder:
• **Wolf, Mariano Cano, Dr.**
40882 Ratingen (DE)
• **Flohr, Patrick Ronald**
45481 Mülheim a.d. Ruhr (DE)

- **Hase, Matthias, Dr.**
45470 Mülheim and der Ruhr (DE)
- **Lenze, Martin**
45359 Essen (DE)
- **Meisl, Jürgen, Dr.**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Pixner, Paul**
48147 Münster (DE)
- **Remlinger, Uwe**
50999 Köln (DE)
- **Schildmacher, Kai-Uwe, Dr.**
45481 Mülheim a.d. Ruhr (DE)
- **Schneider, Thomas Alexis**
45470 Mülheim a.d. Ruhr (DE)
- **van Kampen, Jaap, Dr.**
6042 AR Roermond (NL)

(54) **Drallfreie Stabilisierung der Flamme eines Vormischbrenners**

(57) Es wird ein Verfahren zur Stabilisierung der Flamme eines Vormischbrenners (1), welcher einen ein Fluid beinhaltenden Reaktionsraum (5) umfasst, zur Verfügung gestellt. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass ein Luft-Brennstoffgemisch in den Reaktionsraum (5) mit einer Geschwindigkeit eingedüst wird, die sich von der des im Reaktionsraum (5) befindlichen Fluids unterscheidet, wobei die Geschwindigkeit derart eingestellt ist, dass sich an der sich bildenden Grenzfläche (11) zwischen dem Luft-Brennstoffgemisch und dem es umgebenden Fluid Wirbel (10) bilden. Weiterhin wird

ein Vormischbrenner (1), welcher einen Reaktionsraum (5) und mindestens eine in den Reaktionsraum (5) mündende Vormischstrahldüse (6) umfasst, beschrieben. Der Vormischbrenner (1) ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Luft-Brennstoffgemisch mit einer Geschwindigkeit in den Reaktionsraum (5) eingedüst werden kann, die sich von der des umgebenden Fluids unterscheidet, wobei die Geschwindigkeit derart eingestellt ist, dass sich an der sich bildenden Grenzfläche (11) zwischen dem Luft-Brennstoffgemisch und dem es umgebenden Fluid Wirbel (10) bilden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung der Flamme eines Vormischbrenners.

[0002] Bei der Verbrennung von Brennstoff oder eines Luft-Brennstoffgemisches in Brennkammern von Gasturbinen kann es zu Verbrennungsschwingungen kommen. Diese sind gekennzeichnet durch stark erhöhte Druckamplituden bei verschiedenen Frequenzen. Verbrennungsschwingungen können in der Brennkammer selbst, aber auch in den benachbarten Komponenten der Gasturbine auftreten und sind dort messbar. In der Regel sind Verbrennungsschwingungen unerwünscht, da sie die Verbrennung negativ beeinflussen und das gesamte Verbrennungssystem schädigen können. Verbrennungsschwingungen treten vor allem bei Vormischverbrennungssystemen auf, also bei Systemen, in denen der Brennstoff vor der Zündung mit Luft vermischt wird. Sie treten vorzugsweise dann auf, wenn die Flamme auf einen relativ kleinen Ort beschränkt ist, die Reaktionsdichte also sehr hoch ist. Einer solchen kompakten Flamme mit geringer örtlicher Ausdehnung sind so genannte Verzugszeiten zugeordnet. Liegen die Verzugszeiten in einem bestimmten engen Bereich, kann es zu Wechselwirkungen mit der Akustik der Brennkammer kommen. Dabei können Verbrennungsschwingungen entstehen.

[0003] Ein System oder eine Methode, wodurch Verbrennungsschwingungen komplett vermieden werden, ist bisher nicht bekannt. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Vormischverbrennungssystemen, bei denen ein Luft-Brennstoffgemisch verdrallt wird und die Flamme durch Rezirkulationszonen stabilisiert wird. Bei diesen Systemen wird Brennstoff in einen Luftstrom eingedüst und beides wird verdrallt, beispielsweise mit Hilfe von so genannten Drallschaufeln. Nach einer bestimmten Wegstrecke, den dieses Gemisch zurücklegt, verbrennt es stromabwärts des Brenners in einer Flammenfront, die durch das Strömungsfeld räumlich stabilisiert wird. Allerdings zeichnen sich alle diese Systeme dadurch aus, dass zu einer deutlich ausgeprägten und räumlich begrenzten Flamme kommt. Es treten daher auch hier bei bestimmten Betriebspunkten unvermeidlich Verbrennungsschwingungen bzw. Flammeninstabilitäten auf. Diese können zu extremen mechanischen Belastungen der Brennkammerstruktur führen und sollten somit vermieden oder zumindest reduziert werden.

[0004] Eine zusätzliche, verbreitete Möglichkeit zur Stabilisierung der Flamme ist die Verwendung von Pilotflammen. Dies ist insbesondere bei einem Teillastbetrieb einer Gasturbine bedeutsam.

[0005] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vorteilhaftes Verfahren zur Stabilisierung der Flamme einer Vormischbrenners zur Verfügung zu stellen. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einem vorteilhaften Vormischbrenner zur Verfügung zu stellen.

[0006] Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren zur Stabilisierung der Flamme eines Vormischbrenners nach Anspruch 1 und einen Vormischbrenner nach An-

spruch 9 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Stabilisierung der Flamme eines Vormischbrenners, welcher einen ein Fluid, wie etwa die Verbrennungsgase, beinhaltenden Reaktionsraum umfasst, zeichnet sich dadurch aus, dass ein Luft-Brennstoffgemisch mit einer Geschwindigkeit in den Reaktionsraum eingedüst wird, die sich von der des im Reaktionsraum befindlichen Fluids unterscheidet. Die Geschwindigkeit ist derart eingestellt, dass sich an der sich bildenden Grenzfläche zwischen dem Brennstoff bzw. dem Luft-Brennstoffgemisch und dem es umgebenden Fluid Wirbel bilden.

[0008] Die sich dabei bildenden Wirbel können sich insbesondere dadurch auszeichnen, dass die Achsen der Wirbel senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung des Luft-Brennstoffgemisches stehen. Dies unterscheidet sie von den Wirbeln, die bei den bereits erwähnten Vormischverbrennungssystemen entstehen, bei denen ein Luft-Brennstoffgemisch verdrallt wird. Die Achsen der Wirbel, die in Folge der Verdrallung des Luft-Brennstoffgemisches primär entstehen, liegen parallel zur Ausbreitungsrichtung des Luft-Brennstoffgemisches. Zusätzlich bilden sich infolge der Verdrallung auch Rezirkulationswirbel aus, deren Achsen senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung des Luft-Brennstoffgemisches stehen. Jedoch zeichnen sich die im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung entstehenden Wirbel im Unterschied zu den bei einer Verdrallung entstehenden Wirbeln dadurch aus, dass keine Wirbel mit Achsen parallel zur Ausbreitungsrichtung des Luft-Brennstoffgemisches auftreten.

[0009] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass eine aufwändige Verdrallung des Luft-Brennstoffgemisches nicht erforderlich ist, dass aber dennoch eine Durchmischung von Luft und Brennstoff durch Verwirbelung erzielt wird. Die Rezirkulation bewirkt zudem eine Durchmischung des Luft-Brennstoffgemisches mit dem bei der Verbrennung entstehenden heißen Verbrennungsgas. Dies stabilisiert den Brenner, da so eine kontinuierliche Zündung erreicht wird.

[0010] Das Luft-Brennstoffgemisch kann vorzugsweise dadurch gebildet werden, dass in einer Vormischstrahldüse der Brennstoff in ein Oxidationsmittel mit einer Geschwindigkeit eingedüst wird, die höher ist als die des Oxidationsmittels. Insbesondere kann der Brennstoff parallel zur Strömungsrichtung des Oxidationsmittels in dieses eingedüst werden. Als Oxidationsmittel kann insbesondere Luft, d.h. der Luftsauerstoff, dienen.

[0011] Zusätzlich kann zur Flammenstabilisierung Brennstoff oder ein Luft-Brennstoffgemisch als Pilotbrennstoff in den Reaktionsraum eingedüst werden. Der Pilotbrennstoff kann dabei parallel oder antiparallel versetzt zu dem Luft-Brennstoffgemisch in den Reaktionsraum eingedüst werden. Besonders vorteilhaft ist es, den Pilotbrennstoff antiparallel versetzt zu dem Luft-Brennstoffgemisch in den Reaktionsraum einzudüsen, da so die heißen Gase der Pilotflamme den Vormischstrahlen

für den Heißgaseinzug zur Verfügung gestellt werden. Dies stabilisiert zuverlässig die Verbrennungsreaktion der Strahlen. Da zusätzlich der Austritt der Heißgase aus der Brennkammer entgegen der Vormischstrahlrichtung stattfindet, steht praktisch das gesamte Heißgas für die Zündung und die Stabilisierung der Vormischstrahlen zur Verfügung.

[0012] Weiterhin kann die Seite des Reaktionsraumes, an der sich der Pilotbrenner befindet, mit einem Oxidationsmittel gekühlt werden, welches dann dem Pilotbrennstoff beim Eindüsen in den Reaktionsraum zugeführt wird. Bei dem Oxidationsmittel kann es sich beispielsweise um Luft handeln.

[0013] Für eine solche Kühlung der stark wärmebeanspruchten Stellen auf der Brennkammerseite, an der sich der Pilotbrenner befindet, steht auf Grund des großen Druckverlustes in den Vormischstrahldüsen eine hohe Druckdifferenz zur Verfügung. Dies ermöglicht die Anwendung verschiedener Kühlungstechnologien, wie Prallstrahlkühlung, Prallstrahlkühlung mit Oberflächenvergrößerungen oder Rippenkühlung. Zur Prallstrahlkühlung mit Oberflächenvergrößerungen kommen zum Beispiel Dimpel, Längs- und Querrippen in Betracht. Auf diese Weise ist eine offene Brennkammerkühlung nicht erforderlich.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das soeben beschriebene Prinzip des antiparallelen EindüSENS von Pilotbrennstoff und Luft-Brennstoffgemisch, ist sowohl für Rohrbrennkammersysteme als auch für Ringbrennkammersysteme anwendbar. Dabei kann es sich bei dem verwendeten Pilotbrenner um einen drallstabilisierten Brenner oder aber einen Strahlbrenner handeln.

[0015] Das antiparallele Eindüsen ist insbesondere vorteilhaft, wenn ringförmig angeordnete Strahlbrenner als Hauptbrenner zum Einsatz kommen. Bei einer Stabilisierung von mehreren ringförmig angeordneten Strahlflammen durch eine zentral angeordnete Pilotflamme mit zu den Strahlflammen paralleler Strömungsrichtung führt dazu, dass die Hauptströmungsrichtung der Pilotflamme einer Rezirkulationsströmung um die Strahlflammen herum entgegengerichtet ist, was zu Nachteilen beim Zünden führen kann. Die Ursache hierfür ist, dass nicht die gesamte Pilotflamme zum Zünden und Stabilisieren der Strahlflammen zur Verfügung steht. Je stärker die Rezirkulation ist, desto schlechter kann die Pilotflamme zünden und stabilisieren. Eine starke Rezirkulation der heißen Verbrennungsgase ist aber für einen stabilen Betrieb der Strahlflammen zwingend erforderlich um einen Heißgaseinzug in die Strahlen zu ermöglichen. Der Heißgaseinzug in die Strahlen zündet die Strahlflammen und sorgt für eine kontinuierliche Verbrennung.

[0016] Vorzugsweise ist die Austrittsgeschwindigkeit des Luft-Brennstoffgemisches aus der Vormischstrahldüse in den Reaktionsraum bzw. die Brennkammer größer als die Flammengeschwindigkeit. Die laminare Flammengeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, mit der bei Flammenreaktionen das Frischgas unter laminaren Strö-

mungsbedingungen auf die Flammenfront zuströmt. Bei laminaren Flammen auf Brennern ist die Flammenfront ortsfest, bei turbulenten, wie sie in den meisten technischen Verbrennungsvorgängen vorkommt, fluktuiert die Flammenfront um eine mittlere Lage. Die Flammengeschwindigkeit der turbulenten Flamme beträgt ein Vielfaches der Geschwindigkeit der laminaren Flamme.

[0017] Der erfindungsgemäße Vormischbrenner umfasst unter anderem einen Reaktionsraum und mindestens eine in den Reaktionsraum mündende Vormischstrahldüse. Er zeichnet sich dadurch aus, dass die Vormischstrahldüse derart ausgestaltet ist, dass ein Luft-Brennstoffgemisch mit einer Geschwindigkeit in den Reaktionsraum eingedüst werden kann, die sich von der des umgebenden Fluids unterscheidet. Die Geschwindigkeit ist dabei so eingestellt, dass sich an der sich bildenden Grenzfläche zwischen dem Luft-Brennstoffgemisch und dem es umgebenden Fluid Wirbel bilden. Der erfindungsgemäße Vormischbrenner bietet im Wesentlichen die bereits in Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren beschriebenen Vorteile.

[0018] Es handelt es hierbei um einen unverdrallten Vormischbrenner. Das Luft-Brennstoffgemisch wird in Form eines unverdrallten Strahls in einen Reaktionsraum eingedüst. Die Strahleintrittsgeschwindigkeit kann dabei vorzugsweise oberhalb der Flammengeschwindigkeit liegen. Weiterhin kann die Strahleintrittsgeschwindigkeit vorzugsweise höher als die Geschwindigkeit des den Strahl umgebenden Fluids sein. Der Freistrahle jeder Düse dringt in den Reaktionsraum ein und nimmt dabei durch Mitreißen (sog. Entrainment) umgebendes Fluid auf, vornehmlich bereits verbranntes Luft-Brennstoffgemisch. Diese Rückströmung stabilisiert die Flamme. Geschwindigkeit und Ausdehnung des Freistrahls bestimmen die Flammenlänge, wobei sichergestellt werden sollte, dass der gesamte Brennstoff innerhalb des Reaktionsraumes verbrennt.

[0019] Die Vormischstrahldüse des erfindungsgemäßen Vormischbrenners kann vorzugsweise eine Brennstoffdüse umfassen. Dabei kann die Vormischstrahldüse so ausgestaltet sein, dass der Brennstoff durch die Brennstoffdüse parallel zur Strömungsrichtung eines in der Vormischstrahldüse befindlichen Oxidationsmittels, beispielsweise Verdichterluft, in dieses eingedüst wird. Alternativ kann die Vormischstrahldüse so ausgestaltet sein, dass die Brennstoffdüse mindestens eine Eindüsenöffnung aufweist, die ein Eindüsen des Brennstoffes in einem Winkel zwischen 0° und 90° zur Strömungsrichtung eines in der Vormischstrahldüse befindlichen Oxidationsmittels erlaubt.

[0020] Grundsätzlich kann die in den Reaktionsraum mündende Einlassöffnung der Vormischstrahldüse und/oder die in die Vormischstrahldüse mündende Öffnung der Brennstoffdüse eine runde, ovale, rechteckige oder quadratische Form haben oder als Langloch ausgestaltet sein.

[0021] Die Vormischstrahldüse kann zudem ein Element aufweisen, welches eine Einstellung der

Oxidationsmitteleintrittsgeschwindigkeit ermöglicht. Bei diesem Element zur Einstellung der Oxidationsmitteleintrittsgeschwindigkeit kann es sich beispielsweise um ein Ventil oder ein Lochblech handeln.

[0022] Der erfindungsgemäße Vormischbrenner kann mindestens einen Pilotbrenner umfassen. Bei dem Pilotbrenner kann es sich um einen drallstabilisierten Brenner oder um einen Strahlbrenner handeln. Zudem können mehrere Vormischstrahldüsen zu einem Ring oder mehreren konzentrischen Ringen um jeweils einen Pilotbrenner angeordnet sein. In dem Fall, dass mehrere Vormischstrahldüsen zu mehreren konzentrischen Ringen um einen Pilotbrenner angeordnet sind, ist es vorteilhaft, wenn die Vormischstrahldüsen der verschiedenen Ringe versetzt zueinander angeordnet sind. Der Pilotbrenner kann dabei insbesondere auch so angeordnet sein, dass die Strömungsrichtung der Pilotflamme antiparallel zur Strahlrichtung der Strahlflammen verläuft.

[0023] Alternativ zu einer Anordnung in Ringen können mehrere Vormischstrahldüsen auch in einer oder mehreren Reihen angeordnet sein. Auch hier ist es vorteilhaft, die Vormischstrahldüsen der verschiedenen Reihen versetzt zueinander anzuordnen. In jedem Falle ist es zusätzlich möglich, dass die Einstrahrichtungen der Vormischstrahldüsen zueinander einen Winkel zwischen 0° und 90° aufweisen.

[0024] Es hat sich insgesamt als vorteilhaft herausgestellt, wenn jeweils zwischen zwei Vormischstrahldüsen ein Pilotbrenner angeordnet ist. Vorzugsweise können die Vormischstrahldüsen bzw. die Vormischstrahldüse zu dem Pilotbrenner gegenüberliegend und zu diesem versetzt angeordnet werden.

[0025] Zur Kühlung, insbesondere der pilotbrennerseitigen Rückwand des Reaktionsraumes, kann der Vormischbrenner von einem Fluidkanal umgeben sein, der mit einer Kühlfluidzufuhr verbunden ist. Bei der Kühlfluidzufuhr kann es sich insbesondere um eine Luftzufuhr handeln.

[0026] Der Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt in der unverdrallten Eindüsung eines Luft-Brennstoffgemisches über Düsen in den Reaktionsraum, wobei durch eine gezielte Gestaltung der Lufteinlässe und der Gaszumischung innerhalb der Mischkanäle eine optimale Verteilung der Wärmefreisetzung im gesamten Reaktionsraum erreicht wird. Die hierdurch erzielte bessere Verteilung der Wärmefreisetzung durch individuelle Eindringtiefen ermöglicht gegenüber herkömmlichen Systemen eine höhere Verbrennungsstabilität. Dadurch werden Verbrennungsschwingungen vermieden.

[0027] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren beschrieben.

FIG 1 zeigt als erstes Ausführungsbeispiel schematisch den Querschnitt durch einen Teil der Rückwand eines erfindungsgemäßen Vormischbrenners.

FIG 2 zeigt schematisch die Ausbreitungsrichtung des Luft-Brennstoffgemisches und einen dabei entstandenen Wirbel.

FIG 3 zeigt schematisch Wirbel, die durch Verdrehung verursacht wurden.

FIG 4 zeigt schematisch die Anordnung der Einlassöffnungen um den Pilotbrenner an der Rückwand eines erfindungsgemäßen Vormischbrenners.

FIG 5 zeigt als zweites Ausführungsbeispiel schematisch den Querschnitt durch einen Teil der Rückwand eines erfindungsgemäßen Vormischbrenners.

FIG 6 zeigt als drittes Ausführungsbeispiel schematisch die Anordnung von Einlassöffnungen und Pilotbrennern an der Rückwand eines erfindungsgemäßen Vormischbrenners.

FIG 7 zeigt als viertes Ausführungsbeispiel schematisch den Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Vormischbrenner in Längsrichtung.

FIG 8 zeigt als fünftes Ausführungsbeispiel schematisch den Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Vormischbrenner in Längsrichtung.

FIG 9 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Vormischbrenner entlang der in Figur 8 gezeigten Schnittebene IX-IX.

[0028] Das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren 1 bis 4 beschrieben.

[0029] Die FIG 1 zeigt schematisch den Querschnitt durch einen Teil der Rückwand eines weitgehend rotationssymmetrischen Vormischbrenners 1. Die Mittellinie 2 kennzeichnet die Symmetrieachse des Vormischbrenners 1. Der Vormischbrenner 1 umfasst ein Gehäuse 3, einen Pilotbrenner 4, einen Reaktionsraum 5 und eine Vormischstrahldüse 6. Die Vormischstrahldüse 6 weist eine Einlassöffnung 13 auf, die in den Reaktionsraum 5 mündet. Der Pilotbrenner 4, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein drallstabilisierter Brenner ist, befindet sich in der Mitte der Rückwand des Vormischbrenners 1. Er ist von mehreren Vormischstrahldüsen 6, die sich ebenfalls an der Rückwand des Vormischbrenners 1 befinden, konzentrisch umgeben.

[0030] Die Vormischstrahldüse 6 beinhaltet eine Brennstoffdüse 8, welche von einer Lufteinlasskanal 37 umgeben ist. Der Lufteinlasskanal 37 und der Pilotbrenner 4 münden in den Reaktionsraum 5. Im Inneren des Lufteinlasskanals 37 befindet sich ein Lochblech 14. Das Lochblech 14 dient zur Regulierung der Geschwindigkeit des einströmenden Oxidationsmittels, welches im vorliegenden Ausführungsbeispiel Verdichterluft ist. Die Strömungsrichtung der durch den Lufteinlasskanal 37 strömenden Luft ist durch Pfeile 7 gekennzeichnet.

[0031] Durch die Brennstoffdüse 8 wird Brennstoff in den vorderen, also den dem Reaktionsraum 5 zugewandten, Teil der Vormischstrahldüse 6 geleitet. Die Strömungsrichtung des Brennstoffes ist durch einen Pfeil

9 gekennzeichnet.

[0032] Im vorderen Teil der Vormischstrahldüse 6 vermischt sich die einströmende Luft mit dem durch die Brennstoffdüse 8 einströmenden Brennstoff. Durch die Einlassöffnung 13 wird dieses Gemisch in den Reaktionsraum 5 eingedüst. Durch das Eindüsen dieses Gemisches mit hoher Geschwindigkeit in den Reaktionsraum 5 bildet sich eine Grenzfläche 11 zwischen dem sich in dem Reaktionsraum 5 befindlichen Gas, im vorliegenden Ausführungsbeispiel bereits wenigstens teilweise verbranntes Luft-Brennstoffgemisch, und dem eingedüsten Luft-Brennstoffgemisch. An dieser Grenzfläche 11 entstehen auf Grund des Geschwindigkeitsunterschiedes zwischen dem im Reaktionsraum 5 befindlichen Gemisch und dem eingedüsten Luft-Brennstoffgemisch Wirbel 10. Diese Wirbel 10 bewirken eine Vermischung des eingedüsten Luft-Brennstoffgemisches mit dem sich im Reaktionsraum 5 befindlichen Gasgemisch, welches insbesondere heiße Verbrennungsgase enthält, die zur Stabilisierung der Flamme beitragen.

[0033] Vorzugsweise wird die Luft durch den Lufteinlasskanal 37 mit einer geringeren Geschwindigkeit in den vorderen Teil der Vormischstrahldüse 6 eingedüst als der Geschwindigkeit des durch die Brennstoffdüse 8 in den vorderen Teil der Vormischstrahldüse 6 eingedüsten Brennstoffes. Dadurch wird die Luft von dem Brennstoff mitgerissen, was die Vermischung von Luft und Brennstoff aufgrund des sog. Entrainments fördert. Dazu kann die Luft insbesondere parallel zu dem Brennstoff in den Reaktionsraum 5 eingedüst werden.

[0034] In FIG 2 ist schematisch ein durch das erfindungsgemäße Verfahren entstandener Wirbel 10 skizziert. Die FIG 2 zeigt die Ausbreitungsrichtung 31, gleichbedeutend mit der Hauptströmungsrichtung, des Luft-Brennstoffgemisches im Reaktionsraum 5 und beispielhaft einen dabei entstandenen Wirbel 10. Weiterhin ist die Achse 32 des Wirbels 10 skizziert. Die Wirbelachse 32 der entstandenen Wirbel 10 verläuft dabei senkrecht zur Ausbreitungsrichtung 31 des Luft-Brennstoffgemisches. Dies unterscheidet die im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens entstehenden Wirbel von den Wirbeln, die durch Verdrallung primär verursacht werden.

[0035] In FIG 3 sind zum Vergleich Wirbel 33 und 44 skizziert, der durch Verdrallung verursacht wurde. Die Achse des primär durch die Verdrallung erzeugten Wirbels 33 zeichnet sich dadurch aus, dass sie weitgehend parallel zur ebenfalls in FIG 3 skizzierten Ausbreitungsrichtung 31 des verdrallten Luft-Brennstoffgemisches steht. Die Verdrallung verursacht zusätzlich die Ausbildung von Rezirkulationswirbeln 44, deren Achsen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung 31 des Luft-Brennstoffgemisches stehen, wie es in der FIG 3 schematisch gezeigt ist.

[0036] Die Anordnung der Einlassöffnungen 13 um den Pilotbrenner 4 ist in FIG 4 skizziert. Die FIG 4 zeigt schematisch die obere Halbebene eines Schnittes entlang der IV-IV Schnittebene durch die Rückwand des in

FIG 1 gezeigten Vormischbrenners 1. Die in FIG 4 mit der Bezugsziffer 26 gekennzeichnete Mittellinie steht senkrecht auf der in FIG 1 mit Bezugsziffer 2 gekennzeichneten Symmetrieachse. Man sieht in FIG 4 den Pilotbrenner 4 und zahlreiche mit den Bezugsziffern 13 bzw. 15 gekennzeichnete erste Einlassöffnungen und zweite Einlassöffnungen von Vormischstrahldüsen.

[0037] Die ersten Einlassöffnungen 13 sind dabei auf einem konzentrischen Kreis um den Pilotbrenner 4 angeordnet. Die zweiten Einlassöffnungen 15 sind ebenfalls auf einem konzentrisch um den Pilotbrenner 4 liegenden Kreis angeordnet, wobei sich die zweiten Einlassöffnungen 15 in einem größeren Abstand zum Pilotbrenner 4 befinden als die ersten Einlassöffnungen 13. Die zweiten Einlassöffnungen 15 sind zudem versetzt zu den ersten Einlassöffnungen 13 angeordnet. Alternativ kann eine beliebige Anzahl von Einlassöffnungen auch auf lediglich einem Kreis um den Pilotbrenner 4 angeordnet sein. Zusätzlich oder alternativ können Pilotbrenner auf einem Kreis angeordnet sein, dessen Radius sich von dem Radius der Kreise, auf denen die ersten und zweiten Einlassöffnungen 13 und 15 angeordnet sind, unterscheidet. Ebenso können die ersten Einlassöffnungen 13, die zweiten Einlassöffnungen 15 und/oder die Pilotbrenner axial zueinander versetzt angeordnet sein.

[0038] Im Folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die FIG 5 näher beschrieben. Elemente, die den im ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Elementen entsprechen, sind mit denselben Bezugsziffern versehen und werden nicht erneut beschrieben.

[0039] Die Besonderheiten des zweiten Ausführungsbeispiels für den Vormischbrenner sind in FIG 5 dargestellt. Die FIG 5 zeigt schematisch den Querschnitt durch einen Teil der Rückwand eines weitgehend rotations-symmetrischen Vormischbrenners. Man sieht in FIG 5 die durch die Mitte des Vormischbrenners verlaufende Symmetrieachse 2. In der Mitte der Rückwand befindet sich ein Pilotbrenner 4, der wie im ersten Ausführungsbeispiel als drallstabilisierter Vormischbrenner ausgebildet und konzentrisch von Vormischstrahldüsen 6 umgeben ist. In den Vormischstrahldüsen 6 befinden sich Brennstoffdüsen 8. Die Brennstoffdüsen 8 sind von Lufteinlasskanälen 37 umgeben. Mit Hilfe der Einlassöffnungen 13 und 15 wird Brennstoff und Luft 16 in den Reaktionsraum 5 eingedüst. Dazu wird Brennstoff durch die Brennstoffdüse 8 zunächst in den vorderen Teil der Vormischstrahldüsen 6 gedüst, dort mit Luft 16 aus den Lufteinlasskanälen 37 vermischt, und anschließend in den Reaktionsraum 5 weitergeleitet bzw. eingedüst.

[0040] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel zeichnen sich die Brennstoffdüsen 8 dadurch aus, dass sie an ihren dem Reaktionsraum 5 zugewandten Seiten Öffnungen 34 aufweisen, die einen Austritt des Brennstoffes schräg zur Strömungsrichtung der durch die Lufteinlasskanäle 37 zuströmenden Luft ermöglicht. Die Strömungsrichtung des Brennstoffes ist in FIG 5 durch Pfeile 9 gekennzeichnet, die Strömungsrichtung der durch die Luftein-

lasskanäle 37 strömenden Luft ist durch Pfeile 7 gekennzeichnet. Man sieht in die FIG 5, dass die Strömungsrichtung des Brennstoffes 9 beim Austritt durch die Öffnungen 34 in einem Winkel zur Strömungsrichtung der Luft 7, die durch die Lufteinlasskanäle 37 strömt, aufweist. Diese Winkel kann durch eine entsprechende Gestaltung der Öffnungen 34 beliebig eingestellt werden. Dabei ist insbesondere ein Winkel zwischen der Strömungsrichtung des austretenden Brennstoffes 9 und der Strömungsrichtung der zuströmenden Luft 7 zwischen 0° und 45° sinnvoll. Vorzugsweise wird der Brennstoff mit einer im Vergleich zur Luft höheren Geschwindigkeit in die Lufteinlasskanäle 37 eingedüst. Dies begünstigt ein Eindringen des Brennstoffes in den Luftstrom und damit die Durchmischung von Brennstoff und Luft.

[0041] Das Luft-Brennstoffgemisch wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch erste Einlassöffnungen 13 parallel zur Mittellinie 2 in den Reaktionsraum 5 eingedüst. Dagegen erfolgt das Eindüsen des Luft-Brennstoffgemisches in den Reaktionsraum 5 durch zweite Einlassöffnungen 15 in einem Winkel zur Mittellinie 2. An den Grenzflächen 11 zwischen dem eingedüsten Luft-Brennstoffgemisch und der sich im Reaktionsraum 5 befindlichen Luft bilden sich wiederum Wirbel 10. Diese Wirbel 10 haben die im vorangegangenen Ausführungsbeispiel beschriebenen Eigenschaften.

[0042] Im Folgenden wird ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die FIG 6 näher beschrieben. Elemente, die den in den ersten beiden Ausführungsbeispielen beschriebenen Elementen entsprechen, sind mit denselben Bezugsziffern versehen und werden nicht erneut beschrieben.

[0043] Der Vormischbrenner des dritten Ausführungsbeispiels zeichnet sich durch eine abweichende Anordnung von Einlassöffnungen und Pilotbrennern im Vergleich zu den ersten beiden Ausführungsbeispielen aus. Die FIG 6 zeigt schematisch eine zu FIG 4 alternative Anordnung von Einlassöffnungen und Pilotbrennern. Man sieht in FIG 6 eine Draufsicht 17 auf die Rückseite des Reaktionsraums 5 vom Reaktionsraum aus betrachtet. Sowohl die Pilotbrenner 4 als auch die Einlassöffnungen 18 sind konzentrisch um den Mittelpunkt der Rückwand des Reaktionsraums 5 angeordnet. Die Pilotbrenner 4 und die Einlassöffnungen 18 haben dabei den gleichen Abstand vom Mittelpunkt. Die vier gezeigten Pilotbrenner und die acht in FIG 6 gezeigten Einlassöffnungen 18 sind dabei so angeordnet, dass die Einlassöffnungen 18 jeweils einem Pilotbrenner 4 benachbart sind. Die Einlassöffnungen 18 zeichnen sich weiterhin dadurch aus, dass sie in Gegensatz zu den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen nicht rund sind, sondern als rechteckige Langlöcher mit abgerundeten Ecken ausgestaltet sind. Selbstverständlich kann anstelle von vier Pilotbrennern 4 und acht Einlassöffnungen 18 eine beliebige Anzahl von Pilotbrennern und Einlassöffnungen verwendet werden.

[0044] Die beschriebene Anordnung hat den Vorteil, dass durch die Anordnung von mehreren Pilotbrennern

die Zündwege kleiner sind als bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen mit zentralem Pilotbrenner. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Vielzahl von Pilotbrennern eine flexible Steuerung des Abbrandes des Luft-Brennstoffgemisches erlaubt. Zudem lassen sich die einzelnen Flammen gezielt mit Hilfe der verschiedenen Pilotbrenner stabilisieren.

[0045] Im Folgenden wird ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die FIG 7 näher beschrieben. Elemente, die den in den ersten drei Ausführungsbeispielen beschriebenen Elementen entsprechen, sind mit denselben Bezugsziffern versehen und werden nicht erneut beschrieben.

[0046] FIG 7 zeigt schematisch den Querschnitt durch einen Vormischbrenner in Längsrichtung. Der in FIG 7 dargestellte Vormischbrenner enthält in seinem Inneren einen Reaktionsraum 5, welcher einen zur Turbine hin gerichtete Ausgang 35 für die Verbrennungsgase aufweist. Der Reaktionsraum 5 ist umgeben von einem umlaufenden Kanal 19. Am dem Ausgang 35 abgewandten Ende des Reaktionsraumes 5 befindet sich ein Pilotbrenner 4. Der Ausgang 35 des Reaktionsraumes 5 ist ringförmig umgeben von Einlassöffnungen 13 von Vormischstrahldüsen 6. Die Einlassöffnungen 13 sind dem Pilotbrenner 4 gegenüber liegend und zu diesem radial versetzt angeordnet.

[0047] Der Pilotbrenner 4, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel als drallstabilisierter Brenner ausgestaltet ist, wird durch eine Pilotbrennstoffzufuhr 36 mit Pilotbrennstoff versorgt. Die Strömungsrichtung des Pilotbrennstoffes ist durch einen Pfeil 20 gekennzeichnet. Der Pilotbrennstoff wird über den Pilotbrenner 4 in den Reaktionsraum 5 eingedüst und dort verbrannt. Dem Pilotbrenner wird zudem Luft aus dem umlaufenden Kanal 19 zugeführt. Dazu gelangt Luft von einem Kompressor in den umlaufenden Kanal 19. Ein Teil dieser Luft wird von dort aus zum Pilotbrenner 4 geleitet, ein anderer Teil der Luft gelangt über den umlaufenden Kanal 19 zu den Einlassöffnungen 13. Die Strömungsrichtung der vom Kompressor kommenden Luft ist durch die Pfeile 24 gekennzeichnet. Die zum Pilotbrenner 4 weiterströmende Luft ist durch die Pfeile 23 gekennzeichnet. Die in die Vormischstrahldüsen 6 gelangende Luft ist durch die Pfeile 25 gekennzeichnet.

[0048] Durch die zum Pilotbrenner 4 strömende Luft wird gleichzeitig die Rückseite 21 des Reaktionsraums 5 gekühlt. Die Rückseite 21 ist auf Grund der ihr gegenüber liegenden Einlassöffnungen 13, durch welche ein Luft-Brennstoffgemisch mit hoher Geschwindigkeit in den Reaktionsraum 5 eingedüst wird, im Vergleich zu konventionellen Brennern stärkeren thermischen Belastungen ausgesetzt. Eine entsprechende Kühlung ist daher vorteilhaft.

[0049] Jede Vormischstrahldüse 6 in FIG 7 umfasst eine Brennstoffdüse 8. Die Brennstoffdüse 8 mündet in den vorderen Teil der Vormischstrahldüse 6, welche ihrerseits über eine Einlassöffnung 13 in den Reaktionsraum 5 mündet. In die Brennstoffdüse 8 wird Brennstoff

geleitet. Die Strömungsrichtung des Brennstoffes ist durch Pfeile 27 gekennzeichnet. Der Brennstoff wird über die Brennstoffdüse 8 in den vorderen Teil der Vormischstrahldüse 6 eingedüst. Dort wird dem Brennstoff Luft beigemischt. Die Strömungsrichtung der Luft ist durch Pfeile 25 gekennzeichnet. Die verwendete Luft gelangt vom Kompressor über den umlaufenden Kanal 19 in die Vormischstrahldüse 6.

[0050] Die Strömungsrichtung des über die Einlassöffnung 13 in den Reaktionsraum 5 eingedüsten Luft-Brennstoffgemisches ist mit Pfeilen 29 gekennzeichnet. Auf Grund der hohen Geschwindigkeit des eingedüsten Luft-Brennstoffgemisches bilden sich an der Grenzfläche zwischen dem eingedüsten Luft-Brennstoffgemisch und dem es umgebenden Gas Wirbel aus. Die Strömungsrichtung der Wirbel ist durch Pfeile 30 gekennzeichnet. Die Wirbel bewirken eine Durchmischung des eingedüsten Luft-Brennstoffgemisches mit dem sich im Reaktionsraum 5 befindlichen Gas. Bei diesem Gas handelt es sich um Luft und Heißgas, welches aus der Verbrennung der Pilotflamme resultiert. Dabei unterstützt das vom Pilotbrenner in Richtung Turbine strömende Heißgas die Ausbildung dieser Wirbel. Gleichzeitig steht die gesamte im Reaktionsraum 5 befindliche Pilotflamme zum Zünden und Stabilisieren der Strahlflammen zur Verfügung. Dies wird dadurch erreicht, dass der Pilotbrenner 4 und die Einlassöffnungen 13 zueinander antiparallel und radial versetzt angeordnet sind.

[0051] Die Hauptströmungsrichtung des Brennstoffes bzw. Heißgases der Pilotflamme ist durch Pfeile 22 gekennzeichnet. Diese Hauptströmungsrichtung 22 des Heißgases der Pilotflamme unterstützt die Rezirkulation um die Vormischstrahlen. Der auf diese Weise erzielt hohe Durchmischungsgrad in dem Reaktionsraum 5 fördert eine stabile Verbrennung im Reaktionsraum und verhindert so unerwünschte Verbrennungsschwingungen.

[0052] Im Folgenden werden als fünftes Ausführungsbeispiel weitere mögliche Varianten der vorliegenden Erfindung anhand der Figuren 8 und 9 näher beschrieben. Elemente, die den in den ersten vier Ausführungsbeispielen beschriebenen Elementen entsprechen, sind mit denselben Bezugsziffern versehen und werden nicht erneut beschrieben.

[0053] Die FIG 8 zeigt als fünftes Ausführungsbeispiel schematisch den Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Vormischbrenner in Längsrichtung. Man sieht in FIG 8 unter anderem die Symmetrieachse 2, das Gehäuse 3 des Vormischbrenners, eine Vormischstrahldüse 6 und einen zentral angeordneten Pilotbrenner 4, der eine Zündung des Luft-Brennstoffgemisches sichern soll. Der Pilotbrenner 4 ist über einen Konus 43 in axialer Richtung zurückgesetzt. Mehrere Vormischstrahldüsen 6 sind rotationssymmetrisch um die Symmetrieachse 2, d.h. auch um den Pilotbrenner 4, angeordnet.

[0054] Der Vormischbrenner umfasst einen Reaktionsraum 5 mit einem zu einer Turbine hinführenden Ausgang 35 und ein Plenum 42, welches dem Ausgang 35 gegenüber liegt und von dem Reaktionsraum durch eine

Kopfplatte 41 räumlich getrennt ist. Im Plenum 42 befindet sich Verdichterluft, die durch die Vormischstrahldüsen 6 in den Reaktionsraum 5 eingedüst wird. Die Strömungsrichtung der Luft ist durch Pfeile 7 gekennzeichnet.

[0055] Weiterhin ist im Plenum 42 ein Brennstoffverteiler 12 angeordnet, der mit einer Stichleitung 39 verbunden ist. In FIG 8 ist der Brennstoffverteiler 12 ausgehend von der Symmetrieachse 2 an einem größeren Radius angeordnet als die Stichleitung 39. Selbstverständlich kann auch die Stichleitung 39 an einem größeren Radius als der Brennstoffverteiler 12 angeordnet sein. Mit Hilfe der Stichleitung 39 wird der Brennstoff in die Vormischstrahldüse 6 eingedüst. Über die Vormischstrahldüse 6 wird der mit der Verdichterluft vermischte Brennstoff in den Reaktionsraum 5 eingedüst und dort verbrannt. Der Freistrahle der dabei entstehenden Flamme ist mit der Bezugsziffer 40 gekennzeichnet.

[0056] Die FIG 9 zeigt schematisch einen Schnitt durch den in FIG 8 gezeigten Vormischbrenner entlang der dort angegebenen Schnittebene IX-IX. Man sieht in FIG 9 wiederum den Reaktionsraum 5, der vom Plenum 42 durch die Kopfplatte 41 getrennt ist. In der Kopfplatte 41 ist eine Vormischstrahldüse 6 eingebracht, über die ein Luft-Brennstoffgemisch in den Reaktionsraum 5 eingedüst wird. Im Plenum 42 befindet sich eine Stichleitung 39, mit welcher Brennstoff in die Vormischstrahldüse 6 eingedüst werden kann. Die Strömungsrichtung des Brennstoffes ist durch Pfeile 9 gekennzeichnet.

[0057] Der Reaktionsraum 5 des fünften Ausführungsbeispiels besteht im Wesentlichen aus einem Zylinder, dem einseitig über die Kopfplatte 41 Luft und Brennstoff zugeführt werden. Zusätzlich zu dem Brennstoffverteiler 12 können im Plenum 42 Strömungskanäle angebracht sein, die eine Führung und Ausrichtung der Luft- bzw. Brennstoffströmung ermöglichen. Auch können mehrere Pilotbrenner statt nur einem Pilotbrenner vorhanden sein. Eine oder mehrere Pilotflammen sollen dabei den Abbrand bzw. die Zündung des Gemisches garantieren. Weiterhin besteht die Möglichkeit, bei niedrigen Feuerleistungen den Brennstoff nur über den bzw. die Pilotbrenner 4 zu verbrennen.

[0058] Das Luft-Brennstoffgemisch kann über radiale Langlöcher, wie im Zusammenhang mit FIG 6 beschrieben, in den Reaktionsraum 5 eintreten. An die Langlöcher sind Strömungskanäle angebracht, mit denen die Strömung gerichtet wird und in denen Brennstoff und Luft gemischt werden. Hierbei sind verschiedene Anordnungen der Vormischstrahldüsen 6 und der Pilotbrenner 4 in der Kopfplatte 41 möglich.

[0059] In einer ersten Variante können die Vormischstrahldüsen 6 so um einen zentral sitzenden Pilotbrenner 4 angebracht sein, wie im Zusammenhang mit FIG 4 beschrieben worden ist. Diese erstrecken sich in radialer Richtung nur über einen Teil der Ringfläche, und bilden zwei Gruppen, welche in umfangs- und in radialer Richtung versetzt sind. Der Pilotbrenner 4 kann wie in FIG 8 über einen Konus 43 in axialer Richtung zurückgesetzt

sein. Eine bündige Bauweise kann aber ebenfalls realisiert werden. Sowohl der innere als auch die äußere Ring der Vormischstrahldüsen 6 besitzen eine eigene Brennstoffzufuhr, so dass eine Stufung des Brennstoffes erfolgen kann.

[0060] Als zweite Variante können die Vormischstrahldüsen 6 in nur einem Ring um einen zentralen Pilotbrenner 4 angebracht sein, wie dies in FIG 8 dargestellt ist. Diese Variante ist konstruktiv einfacher als die erste Variante.

[0061] Eine dritte Variante verfügt über drei (alternativ vier oder eine andere beliebige Anzahl, die größer ist als eins) Pilotbrenner 4 und sechs (alternativ acht oder eine andere beliebige Anzahl, die größer ist als eins) Vormischstrahldüsen 6. Die Vormischstrahldüsen 6 wie auch die Pilotbrenner 4 sind auf dem gleichen Kreisumfang angebracht, wie im Zusammenhang mit FIG 6 beschrieben. Der achsennahe Bereich des Brenners ist in dieser Variante unbeaufschlagt und kann somit zur Rezirkulation bzw. zur Rückströmung von bereits reagiertem Gas dienen. Die Brennstoffeindüsung erfolgt im Prinzip analog zu den bereits erwähnten Varianten. Eine Stufung der Brennstoffzufuhr kann mittels zweier Brennstoffverteiler erfolgen, die jeweils jede zweite Einlassöffnung versorgen.

[0062] Durch die vorgeschlagenen Anordnungen kann mit einfachen konstruktiven Methoden eine Eindüsung des Brennstoffes in die Luft erfolgen. Dies hat Vorteile gegenüber Varianten, in denen eine hohe Anzahl an kreisrunden Vormischstrahldüsen 6 verwendet wird. Die erste Variante hat den Vorteil, dass durch die zwei Reihen der Vormischstrahldüsen 6 eine Abstimmung der Luftströmung und der Brennstoffmengen möglich wird. Weiterhin kann einfach eine radiale Stufung oder Verschiebung der Brennstoffmenge erfolgen, so dass gegebenenfalls die radiale Brennstoffverteilung manipuliert werden kann. Die dritte Variante hat den Vorteil, dass durch die Anordnung von drei (bzw. vier oder einer anderen beliebigen Anzahl, die größer ist als eins) Pilotbrennern 4 die Zündwege kleiner sind als bei den ersten beiden Varianten mit zentralem Brenner.

[0063] Zusammenfassend wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Reaktion durch geeignete Strömungsführung räumlich verteilt. Hierdurch können verbrennungsinduzierte Instabilitäten weitgehend vermieden werden. Das Luft-Brennstoffgemisch wird mit hoher Geschwindigkeit in den Reaktionsraum eingedüst. Die hierdurch erzeugte hohe Turbulenz und hohe Scherung der Strömung verhindert die Oxidation des Gemischs über eine Flamme. Die Reaktion bzw. Oxidation wird somit über den Reaktionsraum verteilt. Die Produktion an Stickstoffoxiden ist durch den hohen Grad der Vormischung minimal.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Stabilisierung der Flamme eines Vor-

mischbrenners (1), welcher einen ein Fluid beinhaltenen Reaktionsraum (5) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Luft-Brennstoffgemisch in den Reaktionsraum (5) mit einer Geschwindigkeit eingedüst wird, die sich von der des im Reaktionsraum (5) befindlichen Fluids unterscheidet, wobei die Geschwindigkeit derart eingestellt ist, dass sich an der sich bildenden Grenzfläche (11) zwischen dem Luft-Brennstoffgemisch und dem es umgebenden Fluid Wirbel (10) bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen (32) der sich bildenden Wirbel (10) senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung (31) des Luft-Brennstoffgemisches stehen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Luft-Brennstoffgemisch **dadurch** gebildet wird, dass in einer Vormischstrahldüse (6) der Brennstoff in ein Oxidationsmittel mit einer Geschwindigkeit eingedüst wird, die höher ist als die des Oxidationsmittels.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoff parallel zur Strömungsrichtung des Oxidationsmittels in dieses eingedüst wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Brennstoff oder ein Luft-Brennstoffgemisch als Pilotbrennstoff über einen Pilotbrenner (4) in den Reaktionsraum (5) eingedüst wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pilotbrennstoff parallel oder antiparallel versetzt zu dem Luft-Brennstoffgemisch in den Reaktionsraum (5) eingedüst wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seite des Reaktionsraumes (5), an der sich der Pilotbrenner (4) befindet, mit einem Oxidationsmittel gekühlt wird, welches dann dem Pilotbrennstoff beim Eindüsen in den Reaktionsraum (5) zugeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Oxidationsmittel um Luft handelt.

9. Vormischbrenner (1), welcher einen Reaktionsraum (5) und mindestens eine in den Reaktionsraum (5) mündende Vormischstrahldüse (6) umfasst, wobei die Vormischstrahldüse (6) derart ausgestaltet ist, dass ein Luft-Brennstoffgemisch mit einer Geschwindigkeit in den Reaktionsraum (5) eingedüst

werden kann, die sich von der des umgebenden Fluids unterscheidet, wobei die Geschwindigkeit derart eingestellt ist, dass sich an der sich bildenden Grenzfläche (11) zwischen dem Luft-Brennstoffgemisch und dem es umgebenden Fluid Wirbel (10) bilden.

10. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vormischstrahldüse (6) eine Brennstoffdüse (8) umfasst.
11. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vormischstrahldüse (6) so ausgestaltet ist, dass der Brennstoff durch die Brennstoffdüse (8) parallel zur Strömungsrichtung (7) eines in der Vormischstrahldüse (6) befindlichen Oxidationsmittels in dieses eingedüst wird.
12. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vormischstrahldüse (6) so ausgestaltet ist, dass die Brennstoffdüse (8) mindestens eine Eindüsöffnung (34) aufweist, die ein Eindüsen des Brennstoffes in einem Winkel zwischen 0° und 90° zur Strömungsrichtung (7) des in der Vormischstrahldüse (6) befindlichen Oxidationsmittels erlaubt.
13. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Reaktionsraum (5) mündende Einlassöffnung (13, 15, 18) der Vormischstrahldüse (6) und/oder die in die Vormischstrahldüse (6) mündende Öffnung der Brennstoffdüse (8) eine runde, ovale, rechteckige oder quadratische Form hat oder als Langloch ausgestaltet ist.
14. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vormischstrahldüse (6) ein Element zur Einstellung der Oxidationsmitteleintrittsgeschwindigkeit aufweist.
15. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Element zur Einstellung der Oxidationsmitteleintrittsgeschwindigkeit um ein Ventil oder ein Lochblech (14) handelt.
16. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vormischbrenner (1) mindestens einem Pilotbrenner (4) umfasst.
17. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem

Pilotbrenner (4) um einen drallstabilisierten Brenner oder einen Strahlbrenner handelt.

18. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Vormischstrahldüsen (6) zu einem Ring oder mehreren konzentrischen Ringen um einen Pilotbrenner (4) angeordnet sind.
19. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Vormischstrahldüsen (6) zu mehreren konzentrischen Ringen um einen Pilotbrenner (4) angeordnet sind, wobei die Vormischstrahldüsen (6) der verschiedenen Ringe versetzt zueinander angeordnet sind.
20. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Vormischstrahldüsen (6) in einer oder mehreren Reihen angeordnet sind.
21. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstrahlrichtungen der Vormischstrahldüsen (6) in den Reaktionsraum (5) zueinander einen Winkel zwischen 0° und 90° aufweisen.
22. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 21 und Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** dass jeweils zwischen zwei Vormischstrahldüsen (6) ein Pilotbrenner (4) angeordnet ist.
23. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 22 und Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vormischstrahldüse (6) dem Pilotbrenner (4) gegenüber liegend und zu diesem radial versetzt angeordnet ist.
24. Vormischbrenner (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vormischbrenner (1) von einem Fluidkanal (19) umgeben ist, der mit einer Kühlfluidzufuhr verbunden ist.
25. Vormischbrenner (1) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Kühlfluidzufuhr um eine Luftzufuhr handelt.

FIG 1

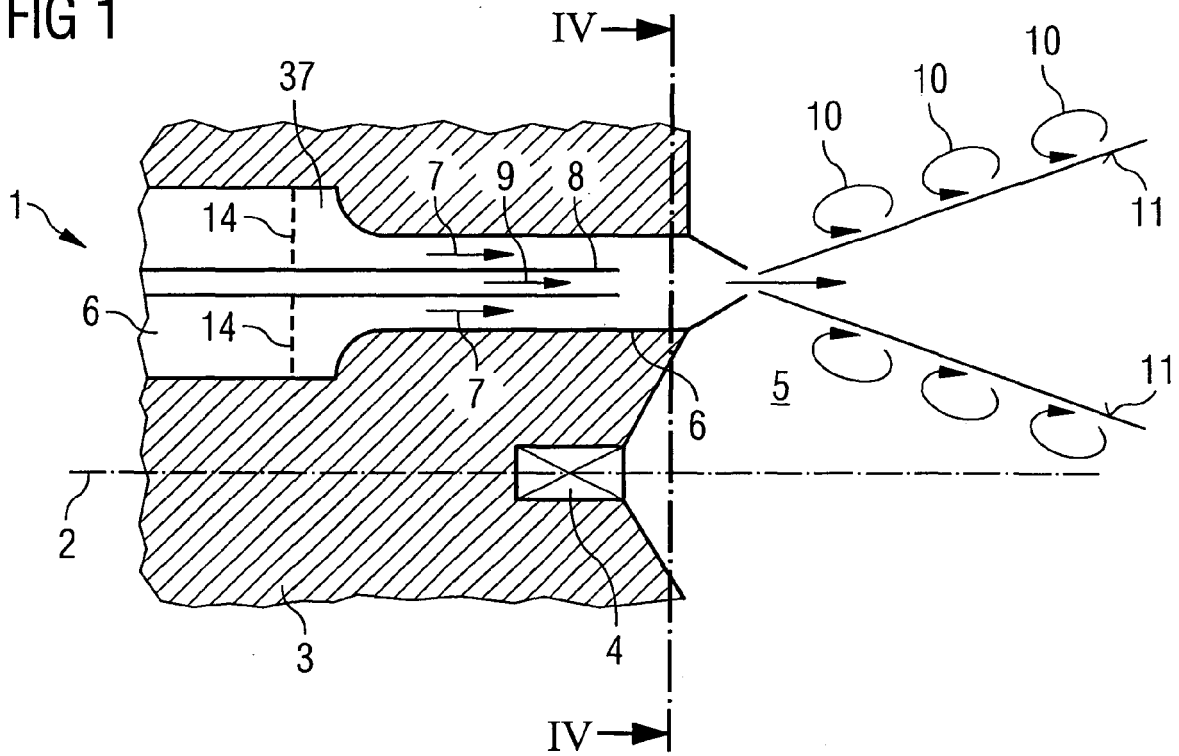


FIG 2

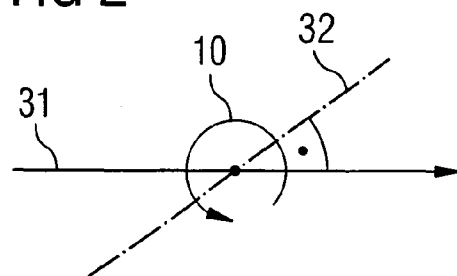


FIG 3

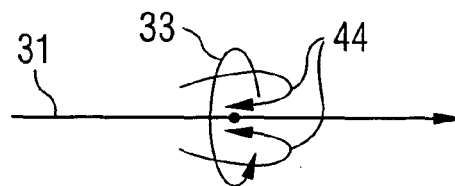


FIG 4

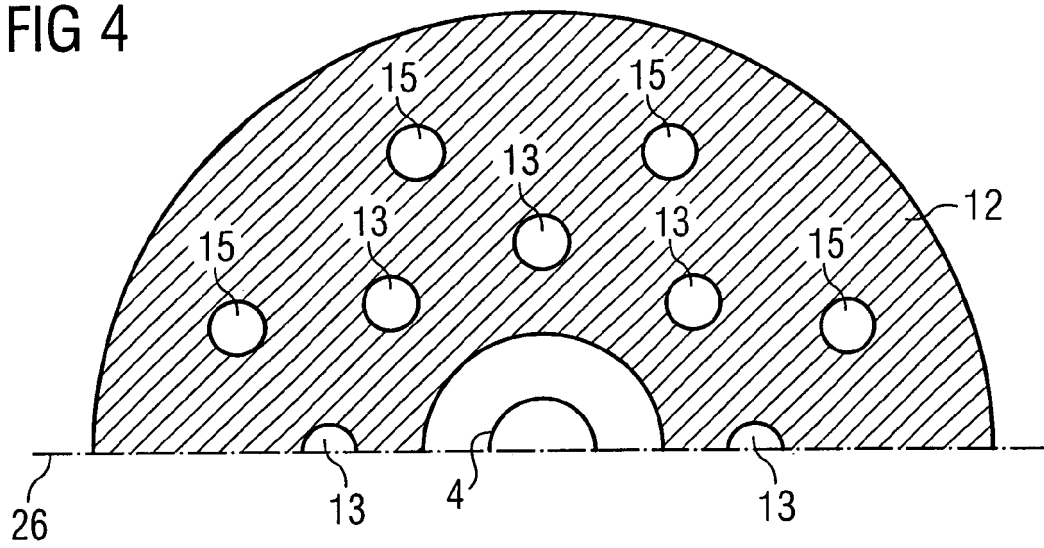


FIG 5

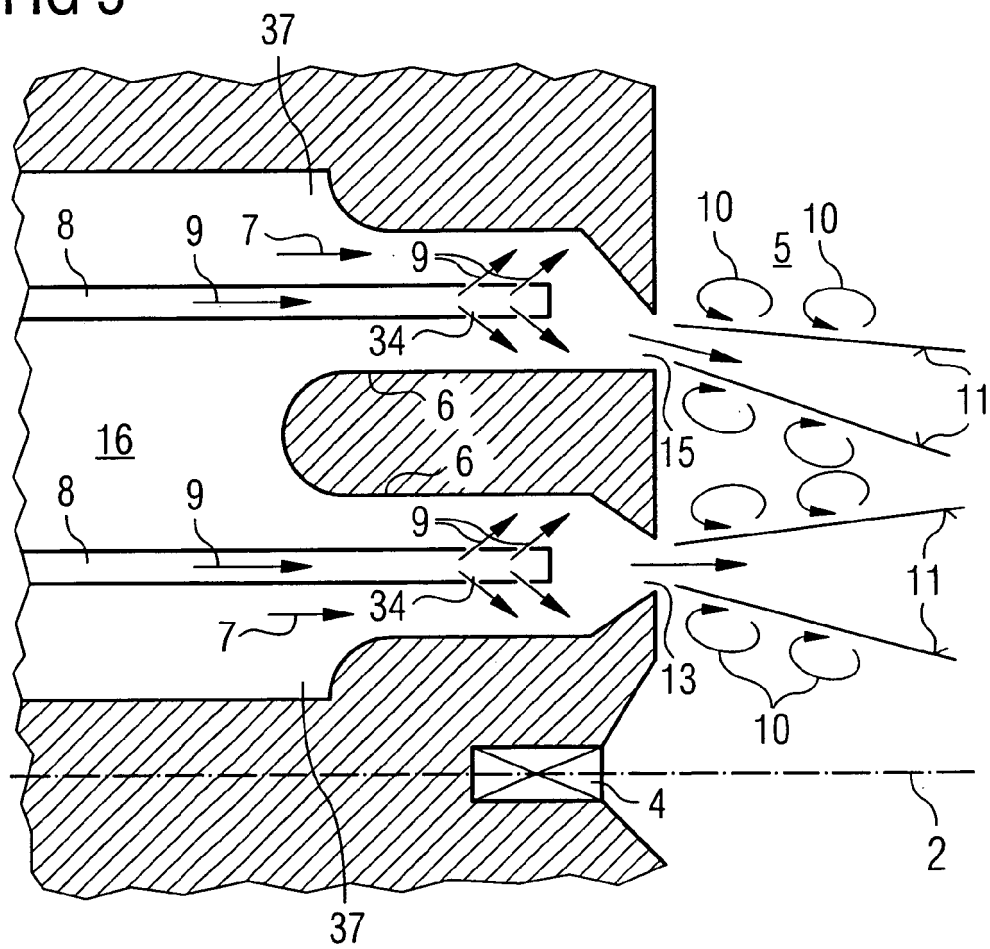


FIG 6

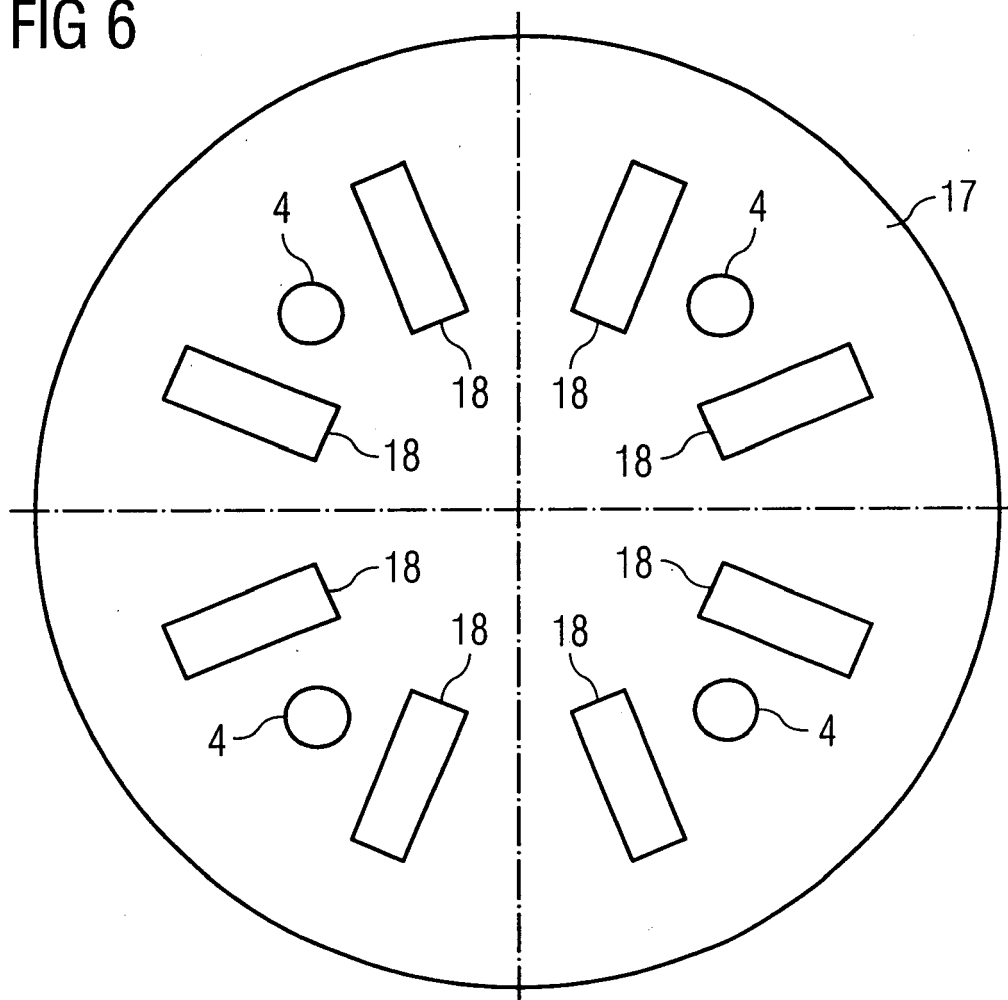


FIG 7

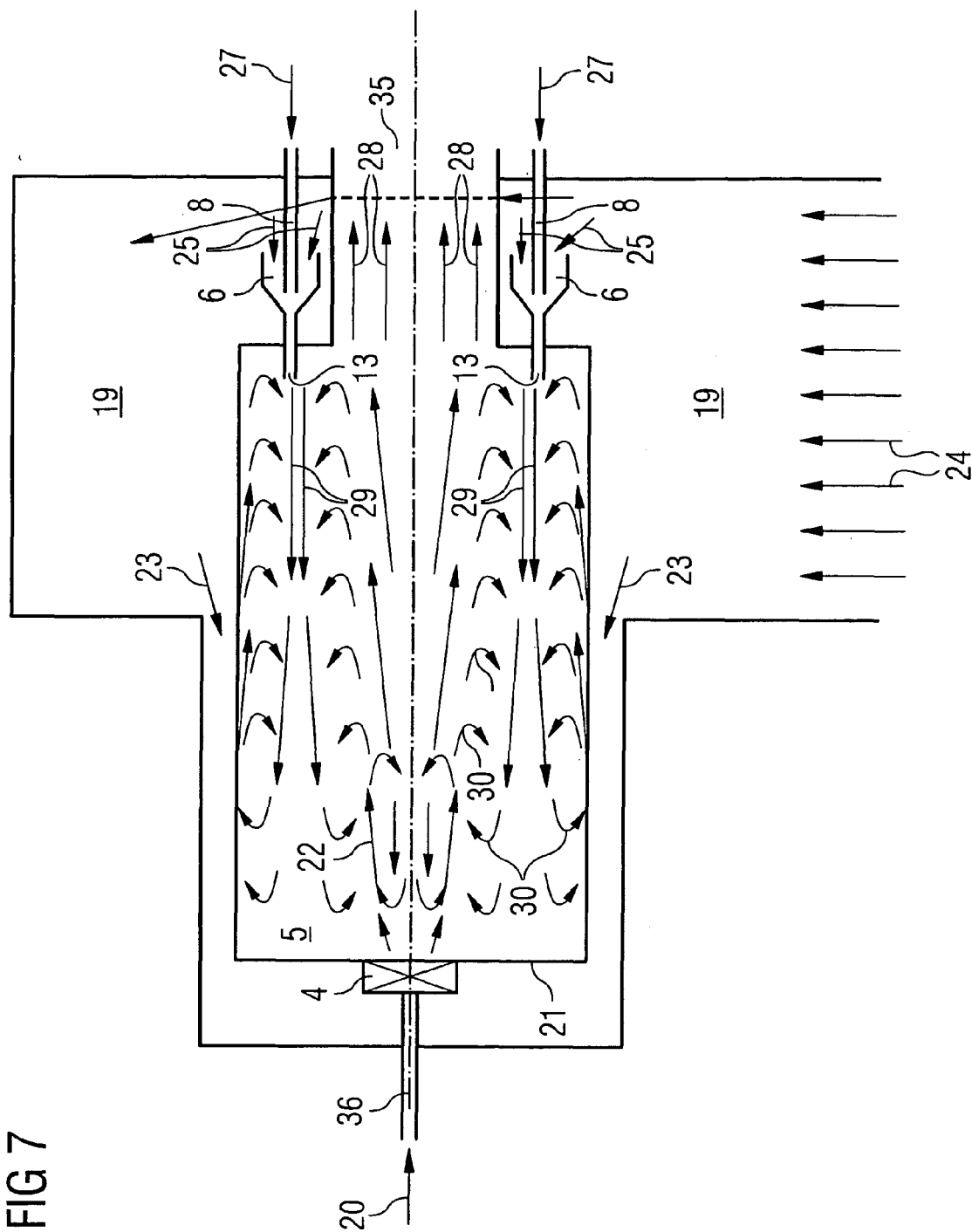


FIG 8

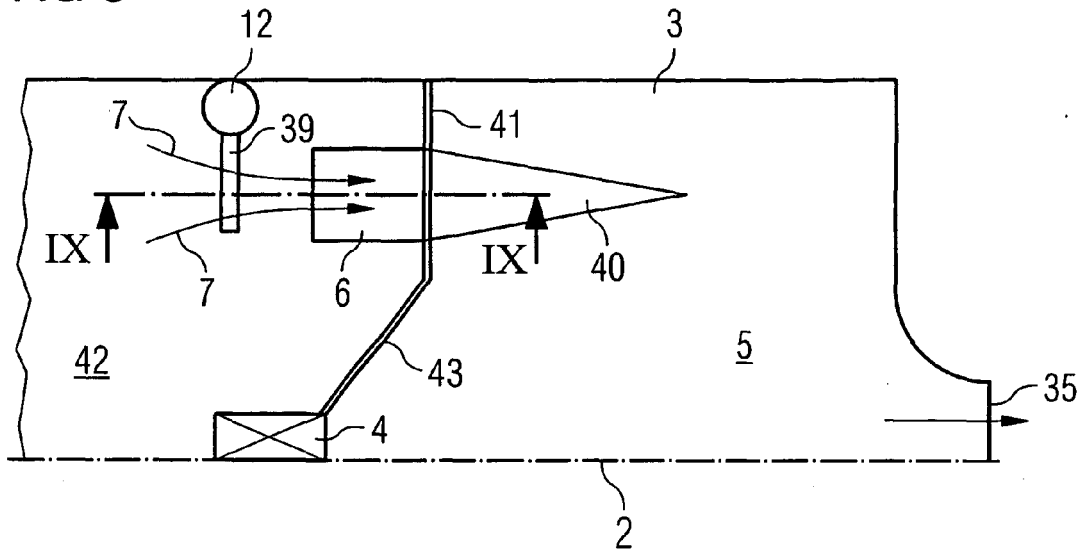
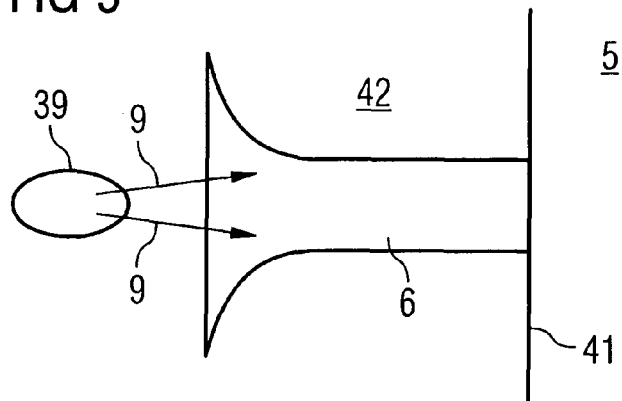


FIG 9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 2207

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 429 004 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 16. Juni 2004 (2004-06-16) * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 11 * * Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 46; Abbildungen 1,2 *	1,9,10, 12,13,21	INV. F23C9/00 F23D11/10 F23D14/02 F23R3/26
X	US 2001/026911 A1 (NEVILLE THOMAS B [US] ET AL) 4. Oktober 2001 (2001-10-04)	1,5, 9-13,16 6-8,14, 15, 17-19, 24,25	
Y			
	* Seite 2, Absatz 15 - Absatz 22 * * Seite 3, Absatz 33 * * Abbildung 1 *		
Y	US 4 262 482 A (ROFFE GERALD A ET AL) 21. April 1981 (1981-04-21)	6-8, 17-19, 24,25	
	* Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 54; Abbildungen 1-3 *		
Y	DE 102 54 664 B3 (BUDERUS HEIZTECHNIK GMBH [DE]) 4. März 2004 (2004-03-04) * Seite 3, Absatz 14 * * Abbildungen 1,2 *	14,15	F23C F23D F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Februar 2008	Prüfer Gavriliu, Costin
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

1
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 07 01 2207

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.

21-02-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1429004 A	16-06-2004	DE 10257275 A1 US 2005019713 A1	24-06-2004 27-01-2005
US 2001026911 A1	04-10-2001	KEINE	
US 4262482 A	21-04-1981	KEINE	
DE 10254664 B3	04-03-2004	KEINE	

EPO FORM P0461

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