

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. März 2008 (06.03.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/025525 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F23C 7/02 (2006.01) F23R 3/26 (2006.01)
F23R 3/16 (2006.01)

RAUMFAHRT E.V. [DE/DE]; Linder Höhe, 51147 Köln (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/007537

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NOLL, Berthold [DE/DE]; Bergblickstrasse 33, 77654 Offenburg (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

29. August 2007 (29.08.2007)

(74) Anwalt: REGELMANN, Thomas; Hoeger, Stellrecht & Partner, Uhlandstrasse 14c, 70182 Stuttgart (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

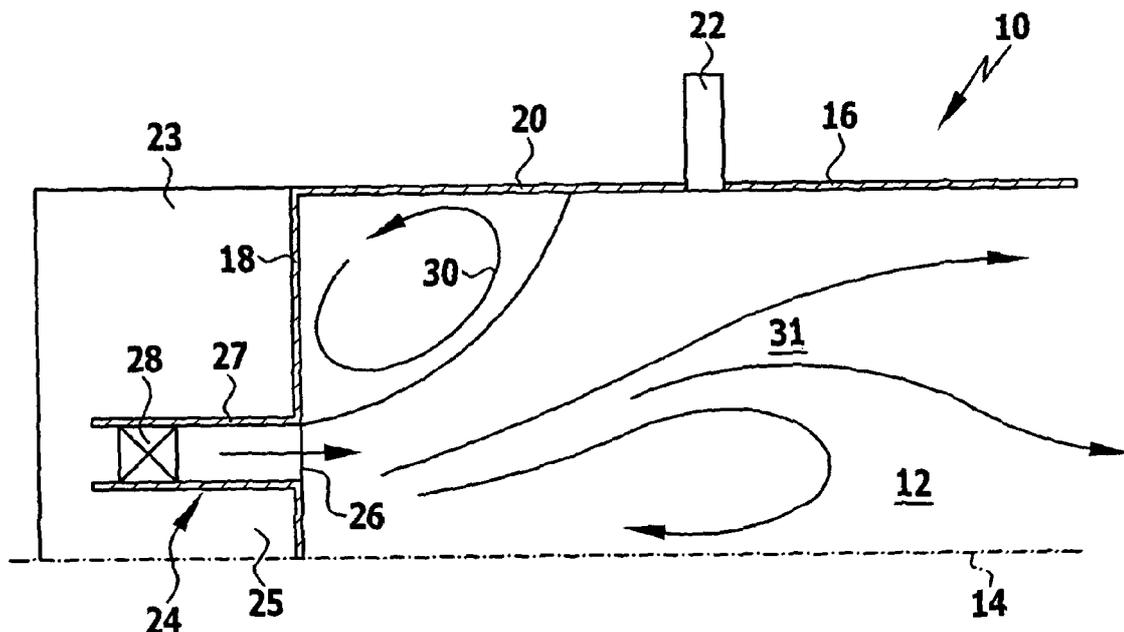
10 2006 041 955.3 30. August 2006 (30.08.2006) DE

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD OF CONTROLLING THE COMBUSTION IN A COMBUSTION CHAMBER AND COMBUSTION CHAMBER DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG DER VERBRENNUNG IN EINER BRENNKAMMER UND BRENNKAMMERVORRICHTUNG



(57) Abstract: A method of controlling the combustion in a combustion chamber with a combustion space is provided, wherein fuel in liquid form and oxidizer in liquid form are blown into the combustion space, wherein at least one control jet which influences the flow of fuel and/or oxidizer in the combustion space is produced in the combustion space and wherein the at least one control jet is produced such that it varies over time.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/025525 A1



PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Steuerung der Verbrennung in einer Brennkammer mit einem Brennraum bereitgestellt, wobei in den Brennraum Brennstoff in Fluidform und Oxidator in Fluidform eingeblasen wird, bei dem mindestens ein Steuerstrahl in dem Brennraum erzeugt wird, welcher die Strömung von Brennstoff und/oder Oxidator im Brennraum beeinflusst, und wobei der mindestens eine Steuerstrahl in zeitlicher Variation erzeugt wird.

- 1 -

B E S C H R E I B U N G

Verfahren zur Steuerung der Verbrennung in einer Brennkammer und Brennkammervorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Verbrennung in einer Brennkammer mit einem Brennraum, wobei in den Brennraum Brennstoff in Fluidform und Oxidator in Fluidform eingeblasen wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Brennkammervorrichtung, umfassend einen Brennraum zur Verbrennung von Brennstoff und Oxidator, und eine Einblasvorrichtung, über welche Brennstoff in Fluidform und Oxidator in Fluidform in den Brennraum einblasbar sind.

Aus der EP 1 040 298 B1 ist ein Brennstoffinjektor zur Zufuhr eines Brennstoff-Luft-Gemischs in eine Brennkammer bekannt. Es sind Mittel zum Mischen der Luft und des Brennstoffs beim Durchströmen des Brennstoffinjektors sowie Mittel zum Verwirbeln der Luft beim Durchströmen des Brennstoffinjektors vorgesehen. Weiterhin sind Strömungssteuermittel mit mindestens einer Steueröffnung vorgesehen, so dass eine Strömungsänderung der durch die Steueröffnung strömenden Steuerluft eine Änderung des Verwirbelungsgrads

und des Strömungswiderstands bewirkt, denen die Verbrennungsluft während ihres Durchströmens des Brennstoffinjektors ausgesetzt ist.

Aus der DE 196 14 001 A1 ist eine Brennkammer einer Gasturbogruppe bekannt, bei welcher in der Endphase einer Mischstrecke Durchflusskanäle für die Durchströmung eines Teils des gesamten Luft-Brennstoff-Gemisches abzweigen, und wobei die Durchflusskanäle in eine äußere Zirkulationszone münden.

Aus der DE 44 08 256 A1 ist ein Verfahren zur Flammenstabilisation von Vormischbrennern in Anlagen zur Wärmeerzeugung bekannt, bei dem quer zum Brenngemisch zumindest ein gasförmiges Medium in den Vormischbrenner eingedüst wird.

Aus der DE 1 947 762 ist eine Brennkammer für Gasturbinen bekannt, welche eine Primärlufteinlassführung, Sekundärlufteinlassdüsen und Verdünnungsluftdüsen umfasst, wobei die jeweilige Lufteintrittsstelle eine Fluidic-Luftstrom-Regleinrichtung enthält, die so angeordnet ist, dass die durch die jeweiligen Lufteintrittsstellen eintretenden Teile des Gesamtluftstroms ohne Änderung des Gesamtwiderstands der Brennkammer gegen den durchfließenden Luftstrom veränderbar sind.

Aus der DE 1 751 838 ist eine Brenneranordnung insbesondere für Gasturbinenanlagen bekannt, welche eine Einrichtung aufweist, welche einen Anteil der Einlassluftströmung in eine Verbrennungszone innerhalb der Brennkammer leitet.

Aus der DE 26 38 878 A1 ist eine Brennkammer für flüssige und gasförmige Brennstoffe zur kontinuierlichen Verbrennung mit einem innerhalb des Brennkammeraußengehäuses angeordneten Flammrohr bekannt. In dem Flammrohr werden Verbrennungsgase in Folge der Injektorwirkung der eingeblasenen Luft zurückgeführt.

Aus der DE 1 951 198 ist ein Verfahren zur Verringerung der Rauchentwicklung unter Beibehaltung der anderen Betriebsparameter einer Brennkammer bekannt, bei dem eine erste Strömung von primärer Luft zu dem stromaufwärts liegenden Ende der Verbrennungszone in der Größenordnung von 6 % bis 8 % der gesamten Luftströmung geleitet wird, der Druck der ersten Strömung erhöht wird, und die Strömung radial nach innen geleitet wird, eine zweite primäre Luftströmung zu dem stromaufwärts liegenden Ende der Verbrennungszone in der Größenordnung von 1 % bis 3 % der gesamten Luftströmung durch ein Zufuhrmittel geleitet wird, eine Wirbelbewegung in der zweiten Strömung erzeugt wird und diese zweite Strömung in einer im Wesentlichen zu der Achse des Zufuhrmittels parallelen Ebene in die Brennkammer geleitet wird, Brennstoff in die ersten und zweiten Strömungen gespritzt wird, und die Brennstoff-Luft-Mischung verbrannt wird.

Aus der US 5,575,153 A ist ein Gasturbinen-Verbrennungsstabilisator bekannt, welcher mindestens einen Turbulenzförderer umfasst.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem sich die Verbrennung in der Brennkammer so steuern lässt, dass sich optimierte Zündungsverhältnisse und/oder Verbrennungsverhältnisse ergeben.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mindestens ein Steuerstrahl in dem Brennraum erzeugt wird, welcher die Strömung von Brennstoff und/oder Oxidator im Brennraum beeinflusst, und wobei der mindestens eine Steuerstrahl in zeitlicher Variation erzeugt wird.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird mindestens ein Steuerstrahl in dem Brennraum erzeugt, welcher die Strömungsverhältnisse in dem Brennraum und insbesondere die Strömungsverhältnisse von Brennstoff und Oxidator beeinflusst. Durch entsprechende Einstellung des Steuerstrahls lässt es sich dadurch beispielsweise erreichen, dass das Zündverhalten verbessert wird, indem insbesondere der Brennstoffanteil eines Gemisches aus Brennstoff und Oxidator in der Nähe einer Zündeinrichtung vergrößert wird. Es lässt sich ferner erreichen, dass die Aufenthaltsdauer an Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum vergrößert wird. Ferner lässt sich das Quenchen eines Flammenkerns und das Ausspülen eines Flammenkerns verhindern.

Durch die erfindungsgemäße Lösung ist es beispielsweise möglich, ein optimiertes Zündverhalten zu erhalten, auch wenn eine Zündeinrichtung aufgrund von konstruktiven Einschränkungen nicht an einer optimalen Stelle positionierbar ist.

Wenn beispielsweise Brennstoff in flüssiger Form in einen Brennraum eingeblasen wird, dann ergibt sich insbesondere bei der Zuführung von relativ kaltem Oxidator (beispielsweise mittels Luft) das Problem, dass die Zündeinrichtung an einer Stelle zu positionieren ist, an der eine ausreichend große Menge

- 5 -

an verdunstetem Brennstoff zur Verfügung steht. Zur Verdunstung wiederum muss der Brennstoff in dem Brennraum eine bestimmte Mindestverweildauer haben. Durch die Erfordernisse des Zündvorgangs ist dann die Länge des Brennraums bei der Verwendung von Flüssigbrennstoff bestimmt. Durch die erfindungsgemäße Lösung lässt sich auch bei der Verwendung von Flüssigbrennstoff der Brennraum minimieren, da über den mindestens einen Steuerstrahl einer Zündeinrichtung ein optimiertes Brennstoff-Oxidator-Gemisch zuführbar ist. Dadurch lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise vorteilhaft bei einem Flugkörpertriebwerk einsetzen.

Mittels der erfindungsgemäßen Lösung lässt sich die Verbrennung bezüglich für die Zündung optimalen Strömungsverhältnissen optimieren, ohne dass beispielsweise wesentliche negative Auswirkungen auf die Verbrennungsstabilität und die Schadstoffemission vorhanden sind. (Für die Zündung sind ohne die erfindungsgemäße Lösung lange Verweilzeiten günstig, während lange Verweilzeiten für die Schadstoffemission eher negativ sind.)

Erfindungsgemäß ist es insbesondere vorgesehen, dass der mindestens eine Steuerstrahl nur während der Zündungsphase erzeugt wird. Dadurch werden die Strömungsverhältnisse auch nur während der Zündungsphase verändert.

Die erfindungsgemäße Lösung lässt sich im Zusammenhang mit gasförmigen und flüssigen Brennstoffen und gasförmigen und flüssigen Oxidatoren einsetzen. Brennstoff und Oxidator können vorgemischt sein oder nur teilweise vorgemischt sein. Die Mischung kann auch erst in dem Brennraum erfolgen. Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich für alle Arten und Größen von

Feuerungen einsetzen. Es kann beispielsweise für Kleinbrenner wie in Haushaltsfeuerungen eingesetzt werden. Es kann auch für die Brennkammern von stationären Gasturbinen oder für Flugkörpertriebwerke eingesetzt werden.

Der Mengenstrom des mindestens einen Steuerstrahls kann dabei gering gehalten werden (insbesondere kleiner als 25 % und beispielsweise zwischen ca. 1 % und 7 % des Gesamtmassenstroms), da dieser im Wesentlichen nur die Strömungsverhältnisse an Brennstoff und Oxidator beeinflussen muss und insbesondere deren Randbedingungen beeinflussen muss, jedoch selber keine wesentliche Wirkung für die Verbrennung hat.

Es kann bereits vor dem Eintritt in den Brennraum ein Strahl erzeugt werden, der dann beim Eintritt in den Brennraum zum Steuerstrahl wird; der Steuerstrahl wird dadurch im Brennraum erzeugt.

Es kann grundsätzlich vorgesehen sein, dass der mindestens eine Steuerstrahl im Dauerbetrieb erzeugt wird. Es ist vorteilhaft, wenn der mindestens eine Steuerstrahl in zeitlicher Variation erzeugt wird. Es lässt sich dadurch beispielsweise erreichen, dass das Zündungsverhalten optimiert wird. Nach erfolgter Zündung wird der Steuerstrahl abgeschaltet. Es ist beispielsweise auch möglich, den mindestens einen Steuerstrahl an den Lastzustand der Brennkammer anzupassen. Dadurch ist auch eine Anpassung an Lastwechselvorgänge möglich. Beispielsweise wird der mindestens eine Steuerstrahl während eines Lastwechselvorgangs erzeugt. Dadurch wiederum kann die Brennkammer auf optimierte Weise betrieben werden.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung lässt sich für eine begrenzte Zeit ein Steuerstrahl erzeugen, welcher dann entsprechend temporär die Strömungsverhältnisse in dem Brennraum beeinflusst. Insbesondere wird während der Zündphase der Brennstoffanteil eines Gemischs aus Brennstoff und Oxidator in der Nähe einer Zündeinrichtung vergrößert. Ferner lässt sich während der Zündphase der Aufenthaltsdauer an Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum vergrößern.

Insbesondere wird die Verbrennung im Brennraum durch Steuerung der Strömungsverhältnisse in dem Brennraum mittels des mindestens einen Steuerstrahls gesteuert.

Günstig ist es, wenn der mindestens eine Steuerstrahl ein Fluidstrahl ist. Dadurch lässt sich auf einfache Weise eine Beeinflussung der Strömungsverhältnisse erreichen.

Der Steuerstrahl kann ein Gasstrahl oder Flüssigkeitsstrahl oder Zwei-Phasen-Strahl aus Gas und Flüssigkeit sein. Je nach Anwendung kann die geeignete Strahlform gewählt werden.

Bei einer Ausführungsform ist der mindestens eine Steuerstrahl ein Saugstrahl, welcher durch (lokale) Unterdruckbeaufschlagung des Brennraums erzeugt wird. Über die Unterdruckbeaufschlagung des Brennraums wird Medium aus dem Brennraum abgesaugt und dabei der Saugstrahl als Steuerstrahl erzeugt. Bei geeigneter Erzeugung des Saugstrahls lassen sich die Strömungsverhältnisse in der Brennkammer positiv beeinflussen.

Bei einer weiteren Ausführungsform, die auch mit einem getrennten Saugstrahl kombiniert werden kann, ist der mindestens eine Steuerstrahl ein Blasstrahl, welcher durch Einblasen eines oder mehrerer Medien in den Brennraum erzeugt wird. Dadurch lassen sich die Strömungsverhältnisse insbesondere bezüglich des Zündverhaltens optimal beeinflussen. Beispielsweise lässt sich eine Rückströmungszone an einer Zündeinrichtung vergrößern.

Der mindestens eine Steuerstrahl in seiner Ausbildung als Blasstrahl kann auf verschiedene Arten erzeugt werden. Beispielsweise wird er mittels Einblasen von Brennstoff oder einer oder mehreren Brennstoffkomponenten in den Brennraum erzeugt. Er kann auch durch Einblasen von Oxidator in den Brennraum erzeugt werden. Es ist grundsätzlich auch möglich, dass der mindestens eine Steuerstrahl mittels Einblasen eines Brennstoff-Oxidator-Gemischs in den Brennraum erzeugt wird. Er kann auch durch Einblasen eines oder mehrerer Medien in den Brennraum erzeugt werden, welche an der Verbrennung nicht teilnehmen. Beispielsweise wird ein Inertgas wie Stickstoff eingeblasen oder es wird Wasser in Dampfform eingeblasen bzw. in Tropfenform eingedüst.

Es ist vorgesehen, dass der Brennstoff als Gas oder als Flüssigkeit oder als Zwei-Phasen-Gemisch in den Brennraum eingeblasen wird. Dadurch bildet sich in dem Brennraum eine Strömung aus, wobei der mindestens eine Steuerstrahl wiederum die Strömung beispielsweise zur Optimierung des Zündungsverhaltens beeinflussen kann.

Es kann vorteilhaft sein, wenn der Brennstoff und/oder Oxidator mit Drall in den Brennraum eingeblasen wird. Dadurch ergibt sich eine optimierte Vermischung.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn der mindestens eine Steuerstrahl räumlich definiert gerichtet wird. Dadurch ergeben sich je nach Anwendung optimierte Strömungsverhältnisse, um beispielsweise bei Minimierung der Brennraumlänge ein optimiertes Zündungsverhalten zu erhalten.

Bei einer Ausführungsform wird der mindestens eine Steuerstrahl mindestens näherungsweise parallel zu einer Achse des Brennraums und/oder eines Brenners gerichtet. Es wird dadurch ein axial verlaufender Steuerstrahl in Form eines Blasstrahls oder Saugstrahls erzeugt. Über einen solchen axial gerichteten Steuerstrahl lässt sich beispielsweise eine Rückströmungszone so vergrößern, dass eine optimierte Zündung erfolgen kann.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass eine oder mehrere Rückströmungszonen in dem Brennraum im Vergleich zu dem steuerstrahlfreien Zustand mindestens in ihrer axialen Ausdehnung modifiziert und beispielsweise vergrößert werden. Dadurch lässt sich eine eventuell auch nicht optimierte Zündeinrichtung mit Brennstoff-Oxidator-Gemisch versorgen, um eine Zündung für die Verbrennung zu erreichen.

Günstig ist es dann, wenn der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass eine oder mehrere Rückströmungszonen in der Nähe einer Wand der Brennkammer vergrößert werden. Dadurch lässt sich eine Zündeinrichtung, welche an der Wand positioniert ist, während einer Zündungsphase optimal mit Brennstoff-Oxidator-Gemisch beaufschlagen.

Günstig ist es, wenn der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm sich eine Steigerung der Aufenthaltszeiten im Brennraum um größer 1 ms für eine eingeblasene Brennstoffmenge und Oxidatormenge im Vergleich zum steuerstrahlfreien Zustand ergibt. Dadurch lassen sich die Verbrennungsverhältnisse und insbesondere die Zündungsverhältnisse in dem Brennraum optimieren.

Aus dem gleichen Grund ist es günstig, wenn eine Steigerung der Aufenthaltszeiten um größer 3 ms und insbesondere um größer 5 ms und ganz vorteilhafterweise um größer 10 ms im Vergleich zum steuerstrahlfreien Zustand erreicht wird. Dadurch lässt sich auch bei der Verwendung von Flüssigbrennstoff bei minimierter Brennraumlänge eine optimierte Zündung erreichen.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm ein Ausspülen eines Flammenkerns aus dem Brennraum verhindert wird. Dadurch ergeben sich optimierte Verbrennungsverhältnisse. Insbesondere wird mit Hilfe des mindestens einen Steuerstrahls dafür gesorgt, dass ein Flammenkern sich in einem Strömungsgebiet bewegt, in dem eine Entflammung einer Hauptflamme erfolgen kann.

Aus dem gleichen Grund ist es günstig, wenn der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm ein Quenchen eines Flammenkerns verhindert wird. Dadurch ergeben sich stabile Verbrennungsverhältnisse in dem Brennraum.

Durch die Erzeugung von turbulenten Strömungszuständen im Bereich einer Zündeinrichtung kann ein Quenchen eines Flammenkerns verhindert werden.

Es kann vorgesehen sein, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm ein Drallgrad des Brennstoffstroms und/oder Oxidatorstroms erniedrigt wird. Brennstoffströme und/oder Oxidatorströme mit Drall sind besonders empfindlich auf die Randbedingungen. Über den mindestens einen Steuerstrahl lassen sich diese Randbedingungen auf einfache Weise beeinflussen. Beispielsweise wird der Drallgrad erniedrigt. Dadurch lässt sich auf einfache Weise mit einer relativ geringen Fluidmenge (die beispielsweise zwischen 1 % und 20 % und insbesondere 2 % und 20 % und vorzugsweise zwischen 1 % und 7 % des Gesamtmassenstroms liegt) für den Steuerstrahl eine optimierte Steuerung der Verbrennung in dem Brennraum erhalten.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der mindestens eine Steuerstrahl mit Drallströmung erzeugt wird, um je nach Anwendung eine optimierte Steuerung der Verbrennung (insbesondere während der Zündungsphase) zu erhalten.

Bei einer konstruktiv einfachen Ausführungsform wird der mindestens eine Steuerstrahl durch Einblasen oder Absaugen über eine oder mehrere Öffnungen in einer Brennkammerwand erzeugt. Solche Öffnungen lassen sich auf einfache Weise herstellen.

Es kann vorgesehen sein, dass die Öffnung oder Öffnungen für den Steuerstrahl getrennt von einer Öffnung oder Öffnungen zum Einblasen und/oder Absaugen von Brennstoff und Oxidator sind.

Es ist auch möglich, dass der mindestens eine Steuerstrahl an einer Öffnung oder an Öffnungen zum Einblasen und/oder Absaugen von Brennstoff und/oder

Oxidator erzeugt wird. Beispielsweise wird dazu vor einer solchen Öffnung in eine entsprechende Leitung Steuerstrahlmedium eingeblasen, welches dann mit Brennstoff und/oder Oxidator in den Brennraum eingeblasen wird. Dadurch lässt sich beispielsweise die Eintrittsgeschwindigkeit des Brennstoffstroms erhöhen und/oder der Drallgrad des Oxidatorstroms erniedrigen.

Beispielsweise ist eine Öffnung oder sind die Öffnungen kreisförmig oder ringförmig, wobei die Öffnungsform an die Anwendung angepasst sein kann. Beispielsweise sind auch quadratische, sichelförmige, elliptische, rechteckige usw. Öffnungsformen möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Erzeugung des mindestens einen Steuerstrahls anschaltbar und abschaltbar ist. Dadurch ist es beispielsweise möglich, nach einer erfolgten Zündung einen Steuerstrahl, welcher zur Verbesserung des Zündungsverhaltens gedient hat, abzuschalten.

Insbesondere sind zum Anschalten und Abschalten des mindestens einen Steuerstrahls ein oder mehrere Ventile vorgesehen. Dadurch lässt sich auf einfache Weise eine Anschalt- und Abschaltsteuerung für den mindestens einen Steuerstrahl erreichen.

Insbesondere wird der mindestens eine Steuerstrahl gesteuert und/oder geregelt über den Lastzustand erzeugt. Die Steuerung ist dabei vor allem eine zeitliche Steuerung. Wenn mehrere Steuerstrahlen erzeugbar sind, dann kann über die Steuerung und/oder Regelung auch die Auswahl der Steuerstrahlen gesteuert bzw. geregelt werden. Es ist beispielsweise auch möglich, dass der mindestens eine Steuerstrahl im Normalbetrieb eingeschaltet ist und nur

während einer Zündungsphase abgeschaltet wird, um so optimale Strömungsverhältnisse für die Zündung zu erhalten. Beispielsweise kann der mindestens eine Steuerstrahl durch Absaugen temporär eliminiert (abgeschaltet) werden.

Es ist auch möglich, dass der mindestens eine Steuerstrahl zeitlich gepulst erzeugt wird. Dadurch lassen sich beispielsweise Schwingungen innerhalb des Brennraums erzeugen. Über diese kann die Verbrennungsstabilität erhöht werden und/oder die Durchmischung von Brennstoff und Oxidator im Brennraum kann verbessert werden.

Bei einer Ausführungsform wird der mindestens eine Steuerstrahl zwischen einer Mittelachse des Brennraums und/oder eines Brenners und einem Einblasbereich für Brennstoff und/oder Oxidator erzeugt.

Bei einer weiteren Ausführungsform wird der mindestens eine Steuerstrahl zwischen einem Einblasbereich für Brennstoff und/oder Oxidator in den Brennraum und einer Brennkammerwand erzeugt. Es ist auch eine Kombination dieser Erzeugungsmöglichkeiten durchführbar. Je nach spezieller Anwendung erhält man dadurch optimierte Verhältnisse.

Es kann vorgesehen sein, dass die Brennkammer von einer Gasturbine umfasst wird. Die Gasturbine lässt sich dadurch optimal betreiben.

Bei einem Ausführungsbeispiel wird die Brennkammer von einem Flugkörpertriebwerk umfasst. Der Brennraum lässt sich, wenn das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt wird, mit minimierter Länge ausbilden, ohne dass das Zündungsverhalten verschlechtert wird.

Insbesondere lässt sich der mindestens eine Steuerstrahl zur Zündung und/oder Wiederzündung des Brennstoff-Oxidator-Gemischs im Brennraum verwenden. Es ist auch eine Zündung und/oder Wiederzündung in großer Höhe (Reiseflughöhe) möglich, in welcher die Oxidatortemperatur reduziert ist.

Günstig ist es, wenn die Mediummenge des mindestens einen Steuerstrahls zwischen 1 % und 20 % und insbesondere zwischen 2 % und 20 % und vorzugsweise zwischen 1 % und 7 % des Gesamtmassenstroms (durch den Brennraum) liegt. Dadurch lässt sich mit relativ geringer Mediummenge eine optimierte Beeinflussung der Strömungsverhältnisse im Brennraum erreichen.

Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine Brennkammervorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, welche auf optimierte Weise betreibbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung vorgesehen ist, über welche mindestens ein Steuerstrahl in dem Brennraum erzeugbar ist, durch welchen der Strömungsverlauf vom Brennstoff und/oder Oxidator im Brennraum beeinflussbar ist und eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, mittels welcher die Erzeugung von Steuerstrahlen zeitlich steuerbar und/oder regelbar ist.

Die erfindungsgemäße Brennkammervorrichtung weist die bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläuterten Vorteile auf.

Insbesondere kann das erfindungsgemäße Verfahren an der genannten Brennkammervorrichtung durchgeführt werden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen wurden ebenfalls bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert.

Insbesondere weist die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung eine Unterdruckbeaufschlagungseinrichtung zur Erzeugung mindestens eines Saugstrahls als Steuerstrahl auf. Es lassen sich dadurch Medien aus dem Brennraum absaugen, um den Steuerstrahl zu erzeugen.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung eine Druckbeaufschlagungseinrichtung zur Erzeugung mindestens einen Blasstrahls als Steuerstrahl auf. Über die Druckbeaufschlagungseinrichtung lassen sich eine oder mehrere Medien in den Brennraum einkoppeln, um einen oder mehrere Steuerstrahlen zu erzeugen.

Günstig ist es, wenn mindestens eine Öffnung für den mindestens einen Steuerstrahl in den Brennraum mündet. Dadurch lässt sich auf einfache Weise ein Steuerstrahl in dem Brennraum erzeugen.

Die mindestens eine Öffnung für den mindestens einen Steuerstrahl kann dabei getrennt von einer Öffnung oder Öffnungen der Einblaseinrichtung für Brennstoff und Oxidator. Dadurch lassen sich die Strömungsverhältnisse von Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum auf optimierte Weise beeinflussen. Beispielsweise lässt sich der Drallgrad für eine Brennstoffströmung und/oder Oxidatorströmung herabsetzen.

Es ist auch möglich, dass die mindestens eine Öffnung für den mindestens einen Steuerstrahl eine Öffnung der Einblaseeinrichtung für Brennstoff und Oxidator ist. Dadurch können bereits die Strömungsverhältnisse des Brennstoffstroms oder Oxidatorstroms oder Gemischstroms bereits beim Einblasen beeinflusst werden.

Es kann vorgesehen sein, dass die mindestens eine Öffnung für den Steuerstrahl kreisförmig oder ringförmig ist.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn der mindestens einen Öffnung ein oder mehrere schaltbare Ventile wie beispielsweise Magnetventile zugeordnet sind. Dadurch lässt sich die Erzeugung eines oder mehrere Steuerstrahlen einschalten oder abschalten. Dadurch ist eine zeitliche Steuerung der Steuerstrahlbeaufschlagung des Brennraums möglich.

Bei einer Ausführungsform ist die mindestens eine Öffnung an einer Stirnseite des Brennraums angeordnet. Dadurch ergibt sich eine optimierte Beeinflussung der Strömungsverhältnisse in dem Brennraum durch eine oder mehrere Steuerstrahlen.

Es ist dabei vorgesehen, dass eine Normale einer Öffnungsfläche der mindestens einen Öffnung im Wesentlichen parallel zu einer Brennraumachse ausgerichtet ist. Dadurch lässt sich ein Steuerstrahl mit axialer Strömungsrichtung erzeugen.

Bei einem Ausführungsbeispiel ist eine Zündeinrichtung vorgesehen, welche an einer Seite der Brennkammervorrichtung angeordnet ist, die quer zu einer

Stirnseite ist. Die Zündeinrichtung lässt sich dadurch auf einfache Weise an der Brennkammervorrichtung optimieren. Über die erfindungsgemäße Lösung mit der Erzeugung eines oder mehrerer Steuerstrahlen lässt sich der Zündeinrichtung ein optimiertes Brennstoff-Oxidator-Gemisch zuführen.

Die Erzeugung von Steuerstrahlen ist durch eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung steuerbar und/oder regelbar. Dadurch ist eine Anpassung an die momentan wirkenden Verhältnisse möglich. Beispielsweise kann nach erfolgter Zündung die Erzeugung eines Steuerstrahls abgeschaltet werden. Es ist beispielsweise auch eine Anpassung an transiente Lastwechsel möglich.

Die Brennkammervorrichtung umfasst insbesondere einen oder mehrere Brenner (und mindestens eine Brennkammer); ein Brenner ist insbesondere durch einen Einblaskopf realisiert.

Die erfindungsgemäße Brennkammervorrichtung lässt sich auch vorteilhafterweise für eine Gasturbine verwenden.

Die erfindungsgemäße Brennkammervorrichtung lässt sich auch vorteilhafterweise für ein Flugkörpertriebwerk verwenden. Der Brennraum lässt sich mit minimierter Länge ausbilden, da durch die Steuerstrahlbeaufschlagung des Brennraums sich die Zündungsverhältnisse optimieren lassen. Es ist eine Zündung oder Wiederzündung für die Verbrennung in dem Brennraum auch in großen Höhen mit reduzierter Oxidatormenge (reduziertem Luftanteil) möglich.

Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Teilschnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer aus dem Stand der Technik bekannten Brennkammervorrichtung;
- Figur 2 eine schematische Teilschnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkammervorrichtung;
- Figur 3 eine schematische Teilschnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkammervorrichtung; und
- Figur 4 eine schematische Teilschnittdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkammervorrichtung.

Ein Ausführungsbeispiel einer bekannten Brennkammervorrichtung, welche in Figur 1 schematisch in Teildarstellung gezeigt ist und dort mit 10 bezeichnet ist, umfasst einen Brennraum 12 mit einer Brennraumachse 14. Die Brennraumachse 14 ist eine Mittelachse des Brennraums 12 und insbesondere eine Symmetrieachse; der Brennraum 12 ist rotationssymmetrisch zu der Brennraumachse 14.

Der Brennraum 12 ist innerhalb von Brennkammerwänden 16 angeordnet, wobei die Brennkammerwände 16 eine stirnseitige Brennkammerwand 18 und eine quer dazu liegende Querbrennkammerwand 20 umfassen. Die Brennkammerwand 20 ist beispielsweise eine Zylinderwand, welche senkrecht zur stirnseitigen Brennkammerwand 18 ist. Die stirnseitige Brennkammerwand 18 ist dann beispielsweise kreisscheibenförmig.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Brennraum 12 zylindrisch. Es sind auch andere Brennraumformen möglich.

An der Querbrennkammerwand 20 ist eine Zündeinrichtung 22 zur Zündung eines Brennstoff-Oxidator-Gemischs angeordnet.

Die Brennkammer 10 umfasst einen Einblaskopf 23 mit einer Einblaseeinrichtung 24, über welche Brennstoff und Oxidator in den Brennraum 12 jeweils in Fluidform einblasbar sind. Der Einblaskopf 23 bildet einen oder mehrere Brenner. (In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist ein Brenner 25 vorhanden.) Der Brennstoff kann dabei gasförmig oder flüssig sein oder es kann sich um ein Zwei-Phasen-Gemisch aus Gas und Flüssigkeit handeln. Der Oxidator kann gasförmig oder als Flüssigkeit eingeblasen werden oder als Zwei-Phasen-Gemisch aus Gas und Flüssigkeit. Ferner können der Brennstoff und Oxidator über die Einblaseeinrichtung 24 vollständig vorgemischt, teilvorgemischt oder ohne Vormischung getrennt eingeblasen werden.

Der Brennstoff selber kann einkomponentig sein oder mehrkomponentig sein, das heißt eine Mehrzahl an Brennstoffkomponenten umfassen.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst die Einblaseeinrichtung eine (Einlass-)Öffnung 26, über die eine Mischung aus Brennstoff und Oxidator einblasbar ist. Die Einlassöffnung 26 ist dabei versetzt zu der Brennraumachse 14 angeordnet. Eine Normale der Einlassöffnungsfläche liegt im Wesentlichen parallel zur Brennraumachse 14. Der Öffnung 26 wird Brennstoff und Oxidator über eine Leitung 27 zugeführt.

Der Einblaseeinrichtung 24 ist eine Einrichtung 28 zur Strömungsverdrallung zugeordnet.

Durch das Einblasen von Brennstoff und Oxidator in den Brennraum 12 bildet sich in diesem eine entsprechende Brennstoffströmung und Oxidatorströmung aus; diese ist in Figur 1 angedeutet. Wenn eine Mischung aus Brennstoff und Oxidator eingeblasen wird, dann bildet sich eine entsprechende Mischungsströmung aus.

Es können sich dabei Rückströmungszonen 30 ausbilden, in welchen die Strömung ihre Richtung umdreht und zurück zur stirnseitigen Brennkammerwand 18 strömt. Die Rückströmungszonen 30 bilden sich bevorzugt an der Querbrennkammerwand 20 aus, die eine Strömungsumlenkung bewirken kann.

Durch die Ausbildung von (relativ kurzen) Rückströmungszonen 30 kann das Problem entstehen, dass die Zündung in dem Brennraum 12 erschwert wird, da die Menge an Brennstoff und/oder Oxidator, welche an der Zündeinrichtung 22 vorbeiströmt, verringert ist. Außerdem kann ein einmal gebildeter Flammenkern zu einem Brennkammeraustritt abschwimmen, so dass eine Hauptflamme in einer Hauptreaktionszone 31 (wo die Hauptflamme stabil brennt) nicht entflammt wird.

Ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkammervorrichtung, welches in Figur 2 in schematischer Teilschnittdarstellung gezeigt und dort mit 32 bezeichnet ist, ist eine Modifikation der Brennkammervorrichtung 10. Es werden deshalb für gleiche Elemente wie bei der Brennkammervorrichtung 10 gleiche Bezugszeichen verwendet.

Die Brennkammervorrichtung 32 umfasst einen Einblaskopf 33 mit einer Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 34, durch welche (mindestens) ein Steuerstrahl in Form eines Blasstrahls in den Brennraum 12 einblasbar ist, und eine Brennkammer 37, in welcher ein Brennraum 12 gebildet ist und an welcher der Einblaskopf 33 sitzt. Durch den Einblaskopf 33 sind ein oder mehrere Brenner 35 gebildet. Der Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 34 sind eine oder mehrere Öffnungen 36 zugeordnet, über welche ein oder mehrere Medien in den Brennraum 12 einblasbar sind. Die Öffnung oder Öffnungen 36 sind Einlassöffnungen. Dadurch ist in dem Brennraum 12 ein Steuerstrahl 38 erzeugbar, welcher ein Strahl an dem eingeblasenen Medium oder an den eingeblasenen Medien ist. Über diesen Steuerstrahl 38 lässt sich die Strömung an Brennstoff und/oder Oxidator im Brennraum 12 beeinflussen.

Die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 34 weist eine Druckbeaufschlagungseinrichtung 40 auf, über welche das Medium oder die Medien als Blasstrahl in den Brennraum 12 einblasbar sind, um den Steuerstrahl (oder die Steuerstrahlen) zu erzeugen. Die Druckbeaufschlagungseinrichtung 40 umfasst beispielsweise ein Druckreservoir für das Steuerstrahlmedium und/oder eine oder mehrere Pumpen.

Der Öffnung 36 ist ein schaltbares Ventil 42 und insbesondere ein Magnetventil zugeordnet, über welches die Erzeugung eines Steuerstrahls 38 anschaltbar und abschaltbar ist. Das Ventil 42 ist insbesondere bezüglich der Öffnung 36 zurückgesetzt an einer Leitung 43 angeordnet. Bei axialer Ausrichtung dieser Leitung 43 lässt sich auf einfache Weise ein axialer Steuerstrahl erzeugen. Ferner ist die Wärmebeaufschlagung des Ventils 42 verringert.

Eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 44 ist an das schaltbare Ventil 42 gekoppelt und steuert dieses an. Über die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 44 ist damit die Erzeugung eines Steuerstrahls 38 steuerbar bzw. regelbar.

Die Öffnung 36 weist eine Öffnungsfläche auf, deren Normalenrichtung 46 mindestens näherungsweise parallel zur Brennraumachse 14 ist. Dadurch lässt sich der Steuerstrahl 38 in axialer Richtung gerichtet in dem Brennraum 12 erzeugen.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Öffnung 36 zwischen der Einlassöffnung 26 der Einblaseinrichtung 24 und der Brennraumachse 14 angeordnet.

Es ist grundsätzlich auch möglich, wie in Figur 3 gezeigt, dass eine Öffnung 48 der Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 34 in dem Brennraum 12 zwischen der Einblaseinrichtung 24 und der Querbrennkammerwand angeordnet ist.

Es ist auch möglich, dass Medium für einen Steuerstrahl über die Öffnung 26 in den Brennraum 12 eingeblasen wird, so dass der Steuerstrahl an der Öffnung 26 in dem Brennraum 12 erzeugt wird. Dazu ist die Druckbeaufschlagungseinrichtung 40 mit der Leitung 27 verbunden, um Steuerstrahlmedium vor Eintritt in den Brennraum 12 der Leitung 27 zuführen zu können (in der Zeichnung nicht gezeigt).

Wenn eine Mehrzahl von Öffnungen vorgesehen ist, dann ist auch eine Kombination solcher Öffnungspositionierungen möglich.

Der Brennstoff und/oder der Oxidator wird über die Einblaseeinrichtung 24 insbesondere mit Drall (als Drallströmung) in den Brennraum 12 eingeblasen. Der Drall wird über die Einrichtung 28 erzeugt.

Das erfindungsgemäße Verfahren funktioniert wie folgt:

Die Öffnungen 36 und 48 sind kreisförmig ausgestaltet (in Form einer Hohlkreisscheibe) oder ringförmig (in Form eines Hohlrings).

Durch die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 34 wird ein Blasstrahl als Steuerstrahl 38 erzeugt. Es wird dabei ein Medium in Fluidform oder es werden mehrere Medien in Fluidform in den Brennraum 12 (zeitweise) eingeblasen. Das oder die Medien können in Gasform, als Flüssigkeit oder als Zwei-Phasen-Gemisch von Gas und Flüssigkeit eingeblasen werden. Die Art des eingeblasenen Mediums ist abhängig von der Anwendung. Beispielsweise wird Brennstoff eingeblasen oder es werden eine oder mehrere Brennstoffkomponenten bei mehrkomponentigem Brennstoff eingeblasen. Es ist auch

möglich, dass Oxidator zur Erzeugung des Steuerstrahls 38 eingeblasen wird. Ferner ist es möglich, dass ein Brennstoff-Oxidator-Gemisch eingeblasen wird, um den Steuerstrahl 38 zu erzeugen. Ferner kann es bei bestimmten Anwendungen vorgesehen sein, dass ein Inertmedium eingeblasen wird, das heißt ein Medium eingeblasen wird, welches an der Verbrennung von Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum 12 nicht teilnimmt. Beispielsweise wird ein Inertgas wie Stickstoff eingeblasen oder es wird Wasser in Dampfform oder in flüssiger Form (insbesondere in Tropfenform) eingeblasen.

Der Steuerstrahl 38 wird so in dem Brennraum 12 temporär erzeugt, dass er die Strömung von Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum 12 positiv beeinflusst. Der Steuerstrahl 38 wird beispielsweise axial eingeblasen.

Es ist beispielsweise vorgesehen, dass er so eingeblasen wird, dass der Drallgrad der Strömung an Brennstoff und/oder Oxidator, welche über die Einblasereinrichtung 24 erzeugt wird, verringert wird. Dadurch lässt sich eine Rückströmungszone 50 im Vergleich zu dem steuerstrahlfreien Zustand (Figur 1) vergrößern und insbesondere axial vergrößern. Dadurch lässt sich die Zündung verbessern. Insbesondere lässt sich die Rückströmungszone 50 so vergrößern, dass an der Zündeinrichtung 22 ein höherer Anteil an Brennstoff und Oxidator vorliegt, um die Zündung zu erleichtern.

Durch die vergrößerte Rückströmungszone 50 wird ein Ausspülen des vor der Zündeinrichtung 22 gebildeten Flammenkerns verhindert. Der Flammenkern wird durch die Rückströmung in Richtung der Hauptreaktionszone 31 transportiert. Durch eine Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit vor der Zündeinrichtung 22 wird außerdem die Gefahr des Quenchens des gebildeten Flammenkerns erheblich verringert.

Wenn Brennstoff und/oder Oxidator in Drallströmung durch die Einblas-einrichtung 24 in den Brennraum 12 eingeblasen wird, dann ergibt sich durch den Steuerstrahl 38 eine gute Beeinflussbarkeit der Strömungsverhältnisse in dem Brennraum 12, da die Strömungseigenschaften von Drallströmungen sehr empfindlich gegenüber den Eintrittsrandbedingungen sind. Der Steuerstrahl 38 kann mit geringer Mediumsmenge diese Eintrittsrandbedingungen so beeinflussen, dass die Rückströmungszone 50 im Vergleich zu der Rückströmungszone 30 vergrößert ist. Der Massenstromanteil des Steuerstrahls liegt beispielsweise zwischen 1 % und 20 % und insbesondere 1 % und 7 % oder 2 % und 7 % des Gesamtmassenstroms.

Der Steuerstrahl 38 oder die Steuerstrahlen 38 werden so erzeugt und entsprechend ist die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 34 mit ihrer Öffnung 36 bzw. 48 oder ihren Öffnungen ausgebildet, dass sich optimierte Verhältnisse für die Zündung der Verbrennung ergeben. Insbesondere erfolgt die Steuerstrahlbeaufschlagung des Brennraums 12 derart, dass sich hohe Aufenthaltszeiten für Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum 12 ergeben. Günstigerweise ist der Steuerstrahl 38 so erzeugt, dass sich Aufenthaltszeiten um größer 1 ms und insbesondere um größer 5 ms und insbesondere um größer 10 ms im Vergleich zum steuerstrahlfreien Zustand steigern lassen. Durch entsprechende Einstellung der Steuerstrahlerzeugung, wobei der Steuerstrahl 38 räumlich definiert erzeugt wird, lässt sich das Ausspülen eines Flammenkerns verhindern. Weiterhin lässt sich ein Quenchen des Flammenkerns bei der Verbrennung verhindern.

Die erfindungsgemäße Brennkammer und das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich vorteilhafterweise einsetzen bei der Fluidverbrennung und insbesondere im Zusammenhang mit einer Gasturbine. Die erfindungsgemäße Brennkammervorrichtung 32 ist dann Teil der Gasturbine.

Weiterhin lässt sich die erfindungsgemäße Brennkammervorrichtung 32 und das erfindungsgemäße Verfahren auf vorteilhafte Weise einsetzen in einem Flugkörpertriebwerk und insbesondere in einem Flugzeugtriebwerk. Durch den erfindungsgemäß vorgesehenen mindestens einen Steuerstrahl 38 lässt sich die Rückströmungszone 50 verlängern. Dadurch ist es möglich, dass sich optimierte Strömungsverhältnisse in dem Brennraum 12 für die Zündung einstellen lassen. Dadurch wiederum ist die Länge der entsprechenden Brennkammer 37 minimierbar.

Ferner lässt sich aufgrund der Vergrößerung der Rückströmungszone 50 eine Wiederezündung in großen Höhen (in denen die Temperatur des zuführbaren Oxidators in Form von Luft stark erniedrigt ist) gewährleisten, da die Verweilzeiten zur Brennstoffverdunstung aufgrund der vergrößerten Rückströmungszone 50 vergrößert sind.

Über die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 44 lässt sich die Erzeugung eines Steuerstrahls 38 insbesondere zeitlich steuern. Je nach Schaltung der schaltbaren Ventile 42 wird ein Steuerstrahl 38 erzeugt oder nicht erzeugt. Dadurch ist es beispielsweise möglich, einen Steuerstrahl 38 nach dessen Erzeugung abzuschalten, wenn eine Zündung des Brennstoff-Oxidator-Gemischs in dem Brennraum 12 erfolgt ist.

Ferner ist es durch entsprechende Ansteuerung des Ventils 42 möglich, den Steuerstrahl 38 in seiner zeitlichen Erzeugung angepasst an einen Lastzustand der Brennkammer 32 anzupassen.

Weiterhin ist es beispielsweise auch möglich, durch zeitlich gepulste Ansteuerung der Ventile 42 insbesondere während einer Zündungsphase einen zeitlich gepulsten Steuerstrahl 38 zu erzeugen. Ein solcher gepulster Steuerstrahl 38 hat beispielsweise eine stabilisierte Wirkung auf die Strömungsverhältnisse und Verbrennungsverhältnisse in dem Brennraum 12 und kann auch die Durchmischung von Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum 12 fördern.

Es ist dabei grundsätzlich möglich, dass der Steuerstrahl 38 mit oder ohne Drallströmung erzeugt wird.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkammervorrichtung, welche in Figur 4 schematisch in Teilschnittdarstellung gezeigt und dort mit 52 bezeichnet ist, ist eine Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 54 vorgesehen, welche eine Unterdruckbeaufschlagungseinrichtung 56 umfasst. Diese ist fluidwirksam über eine Öffnung 58 mit einem Brennraum 60 der Brennkammervorrichtung 52 verbunden. Der Öffnung 58 kann ein Ventil wie das oben beschriebene Ventil 42 zugeordnet sein (in Figur 4 nicht gezeigt).

Über die Unterdruck-Beaufschlagungseinrichtung 56 ist durch Unterdruckbeaufschlagung des Brennraums 60 ein Saugstrahl 62 erzeugbar, welcher als Steuerstrahl zur Beeinflussung der Strömungsverhältnisse in dem Brennraum 60 dient.

Mittels des Saugstrahls 62 wird Brennstoff und/oder Oxidator und/oder Verbrennungsprodukt aus dem Brennraum 60 abgesaugt. Die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung 54 ist dabei so angeordnet und ausgebildet, dass die Strömungsverhältnisse positiv beeinflusst werden, um insbesondere hohe Aufenthaltszeiten für Brennstoff und Oxidator in dem Brennraum 60 bei Minimierung der Brennkammerlänge 52 zu erhalten. Ferner lässt sich bei geeigneter Einstellung das Ausspülen eines Flammenkerns aus dem Brennraum 60 und das Quenchen des Flammenkerns in dem Brennraum 60 verhindern.

Durch die erfindungsgemäße Lösung mit mindestens einem Steuerstrahl, wobei der mindestens eine Steuerstrahl als Saugstrahl 62 oder als Blasstrahl 38 ausgebildet sein kann, lässt sich die Zündung verbessern, auch wenn die Zündeinrichtung 22 beispielsweise aufgrund von konstruktiven Einschränkungen nicht an einer optimalen Stelle positioniert werden kann. Über einen oder mehrere Steuerstrahlen lässt sich an der Zündeinrichtung 22 ein geeignetes Gemisch aus Brennstoff und Oxidator bereitstellen.

Beispielsweise lässt sich eine solche Optimierung zur Steuerung der Verbrennung auch durchführen, wenn der Brennstoff flüssig in den Brennraum 12 eingeblasen wird. Hier ist es wichtig, die Zündung in Bereichen vorzunehmen, in denen ausreichend verdunsteter Brennstoff zur Verfügung steht. Zur Verdunstung des Brennstoffs muss eine ausreichende Aufenthaltsdauer der eingeblasenen Brennstofftropfen im Brennraum 12 zur Verfügung stehen. Dies führt wiederum dazu, dass die Länge des Brennraums bei Verwendung von Flüssigbrennstoff durch die Erfordernisse des Zündvorgangs bestimmt ist. Durch die erfindungsgemäße Lösung lässt sich aufgrund der Strömungsbeeinflussung der

Strömungsverhältnisse im Brennraum 12 die Brennraumlänge wesentlich reduzieren.

Weiterhin lassen sich für die Zündung optimale Strömungsverhältnisse erreichen, ohne dass die Verbrennungsstabilität und/oder die Schadstoffemission wesentlich negativ beeinflusst wird.

Die erfindungsgemäße Lösung lässt sich bei einer Vielzahl von Brennkammeranwendungen einsetzen. Beispielsweise können Kleinbrenner wie in Haushaltsfeuerungen entsprechend ausgerüstet werden. Es lassen sich auch Brennkammern von stationären Gasturbinen oder mobilen Gasturbinen entsprechend ausrüsten.

Ein oder mehrere Steuerstrahlen können permanent oder nur zeitweise erzeugt werden. Beispielsweise erfolgt eine Abschaltung eines Steuerstrahls nach erfolgter Zündung. Es kann auch vorgesehen sein, dass ein oder mehrere Steuerstrahlen im Dauerbetrieb erzeugt werden und zusätzliche Steuerstrahlen nur zeitweise erzeugt werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Steuerung der Verbrennung in einer Brennkammer mit einem Brennraum, wobei in den Brennraum Brennstoff in Fluidform und Oxidator in Fluidform eingeblasen wird, bei dem mindestens ein Steuerstrahl in dem Brennraum erzeugt wird, welcher die Strömung von Brennstoff und/oder Oxidator im Brennraum beeinflusst, wobei der mindestens eine Steuerstrahl in zeitlicher Variation erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennung durch Steuerung der Strömungsverhältnisse in dem Brennraum mittels des mindestens einen Steuerstrahls gesteuert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl ein Fluidstrahl ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl ein Gasstrahl oder Flüssigkeitsstrahl oder Zweiphasen-Strahl ist.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl ein Saugstrahl ist, welcher durch Unterdruckbeaufschlagung des Brennraums erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl ein Blasstrahl ist, welcher durch Einblasen eines oder mehrere Medien in den Brennraum erzeugt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl mittels Einblasen von Brennstoff oder einer oder mehreren Brennstoffkomponenten in den Brennraum erzeugt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl mittels Einblasen von Oxidator in den Brennraum erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl mittels Einblasen eines Brennstoff-Oxidator-Gemischs in den Brennraum erzeugt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl durch Einblasen eines oder mehrerer Medien in den Brennraum erzeugt wird, welche an der Verbrennung nicht teilnehmen.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff als Gas oder als Flüssigkeit oder als Zwei-Phasen-Gemisch in den Brennraum eingeblasen wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Oxidator als Gas oder als Flüssigkeit oder als Zwei-Phasen-Gemisch in den Brennraum eingeblasen wird.
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Brennstoff und/oder Oxidator mit Drall in den Brennraum eingeblasen werden.
14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl räumlich definiert gerichtet wird.
15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl mindestens näherungsweise parallel zu einer Achse des Brennraums gerichtet wird.
16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl mindestens näherungsweise parallel zu einer Achse eines Brenners gerichtet wird.
17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass eine oder mehrere Rückströmungszonen in dem Brennraum im Vergleich zu dem steuerstrahlfreien Zustand mindestens in ihrer axialen Ausdehnung modifiziert werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass eine oder mehrere Rückströmungszonen in dem Brennraum im Vergleich zu dem steuerstrahl-freien Zustand mindestens in ihrer axialen Ausdehnung vergrößert werden.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass eine oder mehrere Rückströmungszonen in der Nähe einer Wand der Brennkammer vergrößert werden.
20. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm sich eine Steigerung der Aufenthaltszeiten in dem Brennraum um größer 1 ms für eine eingeblasene Brennstoffmenge und Oxidator-menge im Vergleich zum steuerstrahlfreien Zustand ergibt.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm sich eine Stei-gerung der Aufenthaltszeiten in dem Brennraum um größer 3 ms für eine eingeblasene Brennstoffmenge und Oxidatormenge im Vergleich zum steuerstrahlfreien Zustand ergibt.
22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm sich eine Steigerung der Aufenthaltszeiten in dem Brennraum um größer 5 ms für eine eingeblasene Brennstoffmenge und Oxidatormenge im Vergleich zum steuerstrahlfreien Zustand ergibt.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm sich eine Steigerung der Aufenthaltszeiten in dem Brennraum um größer 10 ms für eine eingeblasene Brennstoffmenge und Oxidatormenge im Vergleich zum steuerstrahlfreien Zustand ergibt.
24. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm ein Ausspülen eines Flammenkerns aus dem Brennraum verhindert wird.
25. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm ein Quenchen eines Flammenkerns verhindert wird.
26. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl so erzeugt wird, dass mittels ihm ein Drallgrad des Brennstoffstroms und/oder Oxidatorstroms erniedrigt wird.
27. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl mit Drallströmung erzeugt wird.

28. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl durch Einblasen oder Absaugen über eine oder mehrere Öffnungen in einer Brennkammerwand erzeugt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung oder Öffnungen für den Steuerstrahl getrennt sind von einer Öffnung oder Öffnungen zum Einblasen und/oder Absaugen von Brennstoff und Oxidator.
30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung oder Öffnungen mit einer oder mehreren Öffnungen zum Einblasen und/oder Absaugen von Brennstoff und/oder Oxidator zusammenfallen.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass eine Öffnung oder Öffnungen kreisförmig sind.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass eine Öffnung oder Öffnungen ringförmig sind.
33. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung des mindestens einen Steuerstrahls anschaltbar und abschaltbar ist.
34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass zum Anschalten und Abschalten des mindestens einen Steuerstrahls ein oder mehrere Ventile vorgesehen werden.

35. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl nach erfolgter Zündung des Brennstoffs im Brennraum abgeschaltet wird.
36. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl angepasst an Lastwechselvorgänge erzeugt wird.
37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl gesteuert und/oder geregelt über den Lastzustand erzeugt wird.
38. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl zeitlich gepulst erzeugt wird.
39. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl zwischen einer Mittelachse des Brennraums und einem Einblasbereich für Brennstoff und/oder Oxidator erzeugt wird.
40. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl zwischen einem Einblasbereich für Brennstoff und/oder für Oxidator in den Brennraum und einer Brennkammerwand erzeugt wird.

41. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl an einem Einblasbereich für Brennstoff und/oder Oxidator erzeugt wird.
42. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer von einer Gasturbine umfasst wird.
43. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer von einem Flugkörpertriebwerk umfasst wird.
44. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl zur Zündung und/oder Wiedorzündung verwendet wird.
45. Verfahren nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Steuerstrahl zur Zündung und/oder Wiedorzündung in großer Höhe verwendet wird.
46. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Massenstromanteil des mindestens einen Steuerstrahls zwischen 1 % und 20 % des Gesamtmassenstroms liegt.

47. Brennkammervorrichtung, umfassend einen Brennraum (12; 60) zur Verbrennung von Brennstoff und Oxidator, eine Einblaseinrichtung (24), über welche Brennstoff in Fluidform und Oxidator in Fluidform in den Brennraum (12; 60) einblasbar sind, eine Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung (34; 54), über welche mindestens ein Steuerstrahl (38; 62) in dem Brennraum (12; 60) erzeugbar ist, durch welchen der Strömungsverlauf von Brennstoff und/oder Oxidator im Brennraum (12; 60) beeinflussbar ist, und eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, mittels welcher die Erzeugung von Steuerstrahlen zeitlich steuerbar und/oder regelbar ist.
48. Brennkammervorrichtung nach Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung (54) eine Unterdruckbeaufschlagungseinrichtung (56) zur Erzeugung mindestens eines Saugstrahls (62) als Steuerstrahl aufweist.
49. Brennkammervorrichtung nach Anspruch 47 oder 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerstrahl-Erzeugungseinrichtung (34) eine Druckbeaufschlagungseinrichtung (40) zur Erzeugung mindestens eines Blasstrahls (38) als Steuerstrahl aufweist.
50. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Öffnung (36; 68) für den mindestens einen Steuerstrahl in den Brennraum (12; 60) mündet.

51. Brennkammervorrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Öffnung (36; 48) für den mindestens einen Steuerstrahl getrennt von einer Öffnung (26) oder Öffnungen der Einblaseinrichtung (24) für Brennstoff und Oxidator ist.
52. Brennkammervorrichtung nach Anspruch 50 oder 51, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Öffnung für den mindestens einen Steuerstrahl (38) eine Öffnung (26) einer Einblaseinrichtung (24) für Brennstoff und Oxidator ist.
53. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 50 bis 52, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Öffnung (36; 48) für den Steuerstrahl kreisförmig oder ringförmig ist.
54. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 50 bis 53, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens einen Öffnung (36; 48) ein oder mehrere schaltbare Ventile (42) zugeordnet sind.
55. Brennkammervorrichtung nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens einen Öffnung (36; 48) eine oder mehrere Magnetventile zugeordnet sind.
56. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 50 bis 55, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Öffnung (36; 48) an einer Stirnseite (18) des Brennraums (12; 60) angeordnet ist.

57. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 50 bis 56, dadurch gekennzeichnet, dass eine Normale (46) einer Öffnungsfläche der mindestens einen Öffnung (36; 58) im Wesentlichen parallel zu einer Brennraumachse (14) ausgerichtet ist.
58. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 57, gekennzeichnet durch eine Zündeinrichtung (22), welche an einer Seite (20) der Brennkammer angeordnet ist, die quer zu einer Stirnseite (18) ist.
59. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 58, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung von Steuerstrahlen in Abhängigkeit eines Lastzustands steuerbar und/oder regelbar ist.
60. Brennkammervorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 59, gekennzeichnet durch einen oder mehrere Brenner (35).
61. Verwendung der Brennkammervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 47 bis 60 für eine Gasturbine.
62. Verwendung der Brennkammervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 47 bis 60 für ein Flugkörpertriebwerk.

* * *

1/4

FIG.1

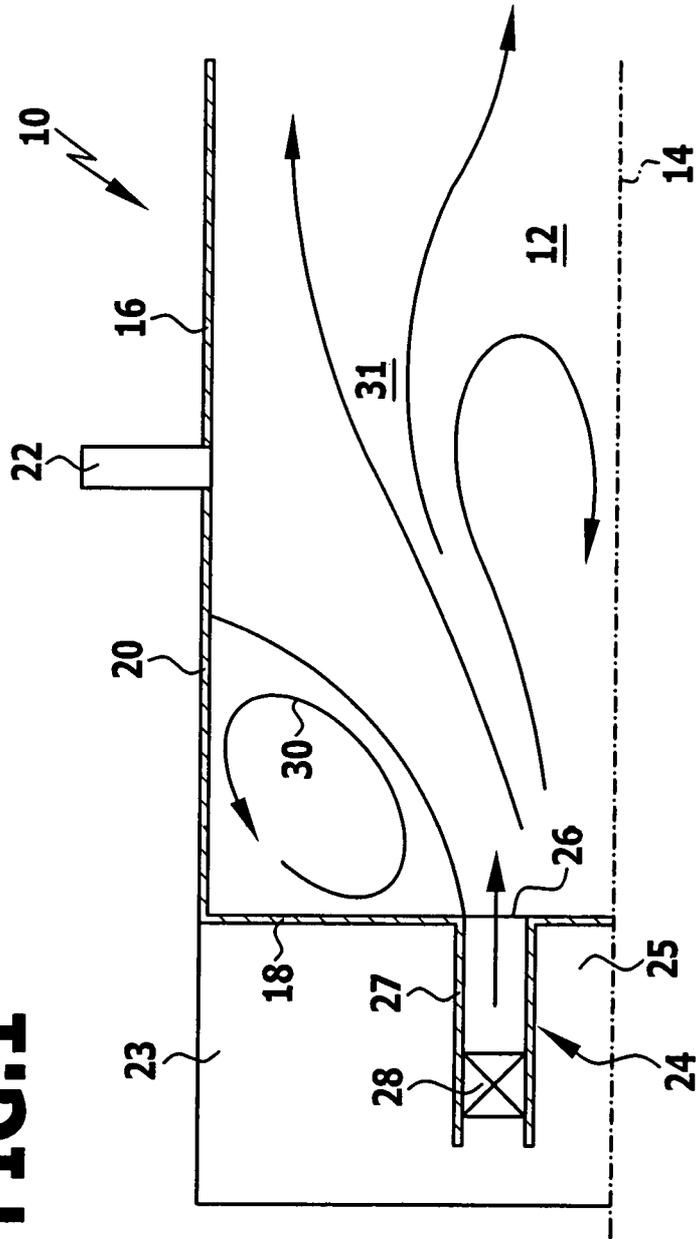


FIG.3

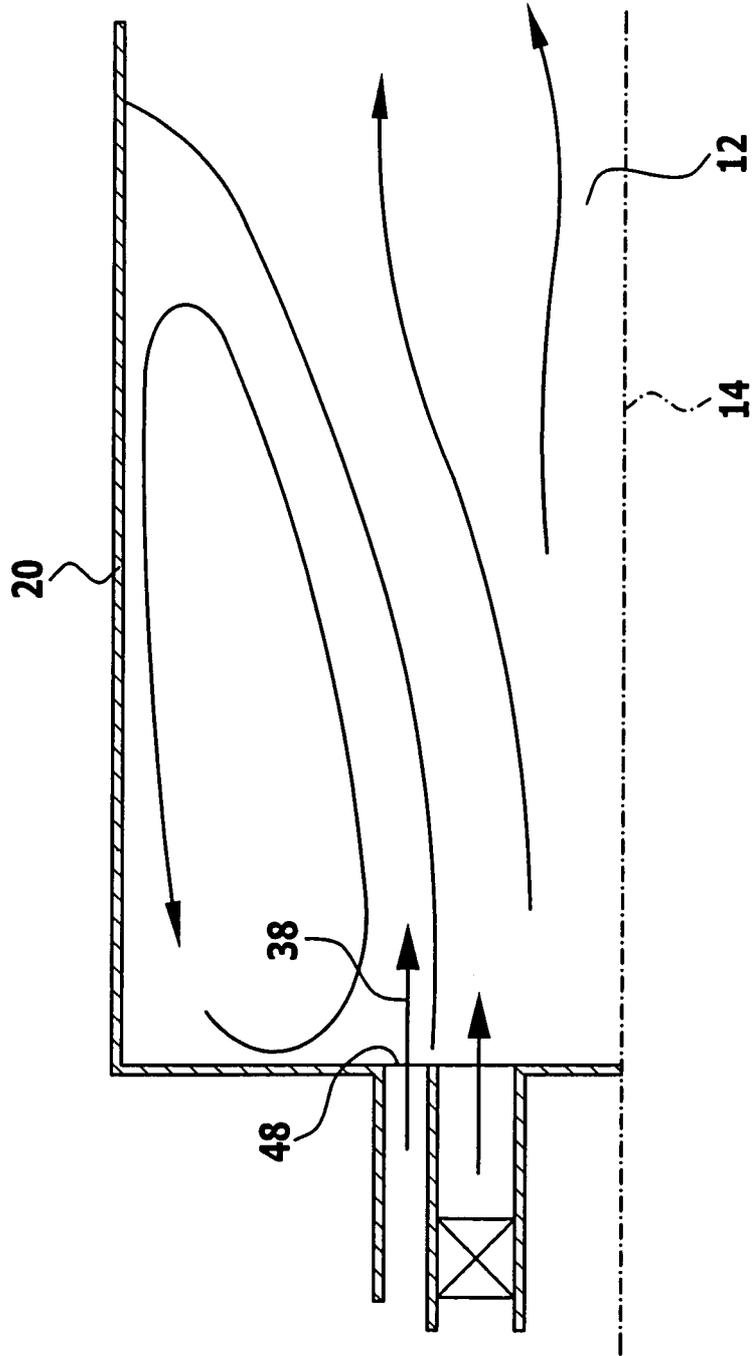
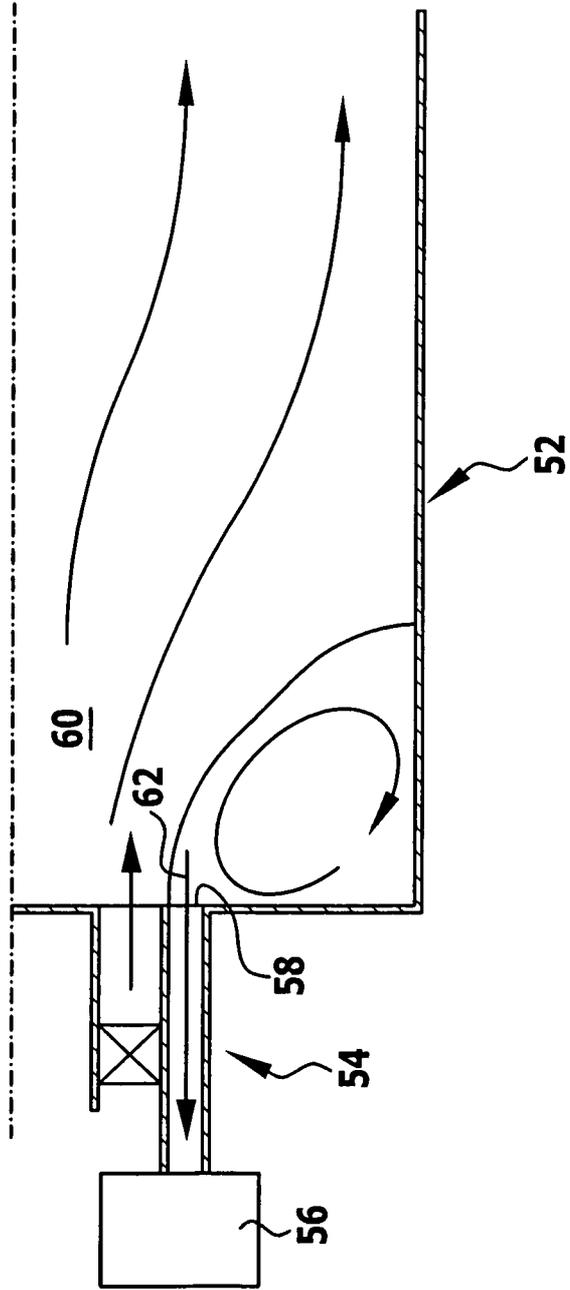


FIG.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2007/007537
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
INV. F23C7/02	F23R3/16	F23R3/26		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F23C F23R				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	DE 19 26 728 B1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 25 March 1971 (1971-03-25) column 3, line 43 - line 49 column 2, line 42 - line 48 column 1, line 51 - line 58 column 4, line 7 - line 15 column 4, line 38 - line 51 column 4, line 62 - column 5, line 6 column 5, line 42 - line 49	1-4, 6, 7, 11, 12, 14, 17-26, 28-31, 33, 34, 36, 37, 43, 46, 47, 49-55, 59, 60, 62		
Y	-/--	45		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family </td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 21 November 2007		Date of mailing of the international search report 27/11/2007		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Mougey, Maurice		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/007537

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>-----</p> <p>US 5 481 867 A (DUBELL THOMAS L [US] ET AL) 9 January 1996 (1996-01-09) column 2, line 27 - line 41 column 4, line 55 - column 5, line 15</p> <p>-----</p>	45
X	<p>US 4 054 028 A (KAWAGUCHI KATSUYUKI) 18 October 1977 (1977-10-18)</p> <p>-----</p> <p>column 4, line 23 - line 39; figure 6</p>	1-4,6,8, 11-14, 17-24, 28,31, 33,34, 42,47, 49,50, 53,54, 59-61
X	<p>DE 17 51 838 A (BRYCE WILLIAM DEAN) 10 August 1967 (1967-08-10) cited in the application</p> <p>-----</p> <p>page 8, paragraph 2 - page 9, paragraph 1 page 12, paragraph 2 - page 14, paragraph 1 column 4, line 5 - line 19</p>	1,5, 14-17, 19,33, 34,40, 47,48, 50,51, 54-56, 60,61
X	<p>US 5 749 219 A (DUBELL THOMAS L [US]) 12 May 1998 (1998-05-12)</p> <p>-----</p> <p>column 2, line 21 - line 35</p>	1-4,6,7, 9,11-14, 27,29, 31,34, 36,42, 43,46, 47, 49-55, 60-62
X	<p>EP 0 987 495 A (ABB RESEARCH LTD [CH] ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 22 March 2000 (2000-03-22)</p> <p>-----</p> <p>paragraphs [0007], [0010], [0015]</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-4,6, 10,33, 38,42, 47,49-61

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/007537

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 25 28 671 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 13 January 1977 (1977-01-13) page 2, paragraph 3 page 5, paragraph 2 figures 1,2	1-4,6,8, 11,12, 15-19, 24,27, 39,41, 42,47, 49,50, 52-54, 56,57, 59-61
X	US 5 349 812 A (TANIGUCHI MASAYUKI [JP] ET AL) 27 September 1994 (1994-09-27) column 7, line 58 - column 8, line 2 column 8, line 17 - line 21 column 8, line 35 - line 65	1-4,6,8, 12,13, 15,16, 27,29, 36,37, 40-42, 47,49, 51,57, 59-61
X	US 3 910 035 A (JUHASZ ALBERT J ET AL) 7 October 1975 (1975-10-07) column 1, line 45 - line 60 column 2, line 14 - line 17 column 3, line 4 - line 18 column 3, line 30 - line 52	1-4,6,8, 11,12, 28,33, 34,36, 47, 49-52, 54,56, 60-62 35,44,45
X	US 2 621 477 A (POWTER GEOFFREY J ET AL) 16 December 1952 (1952-12-16) column 4, line 7 - line 15; figure 1 ----- -/--	1-4,6,7, 11,12, 35,42, 44,47, 49,50, 52,53, 58-61

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2007/007537

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 3 744 242 A (STETTLER R ET AL) 10 July 1973 (1973-07-10)</p> <p>column 3, line 20 - line 24 column 3, line 35 - line 49 column 6, line 24 - line 29 -----</p>	<p>1-4, 6, 8, 11, 12, 32, 42, 47, 49, 50, 53, 60, 61</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/007537

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 1926728	B1	25-03-1971	FR 2043647 A5 GB 1303123 A US 3626698 A	19-02-1971 17-01-1973 14-12-1971
US 5481867	A	09-01-1996	DE 3924464 A1 JP 3030041 B2 JP 9004844 A	17-07-1997 10-04-2000 10-01-1997
US 4054028	A	18-10-1977	CH 591656 A5 DE 2539993 A1 FR 2284089 A1 GB 1486684 A JP 51029726 A	30-09-1977 18-03-1976 02-04-1976 21-09-1977 13-03-1976
DE 1751838	A	26-08-1971	FR 1582611 A GB 1184683 A US 3527052 A	03-10-1969 18-03-1970 08-09-1970
US 5749219	A	12-05-1998	NONE	
EP 0987495	A	22-03-2000	DE 59810033 D1 US 6460341 B1	04-12-2003 08-10-2002
DE 2528671	A1	13-01-1977	NONE	
US 5349812	A	27-09-1994	JP 5203146 A	10-08-1993
US 3910035	A	07-10-1975	NONE	
US 2621477	A	16-12-1952	NONE	
US 3744242	A	10-07-1973	AU 446216 B2 AU 5044772 A CA 963672 A1 DE 2301572 A1 FR 2169053 A1 GB 1352823 A IT 976740 B JP 48083212 A	14-03-1974 14-03-1974 04-03-1975 02-08-1973 07-09-1973 15-05-1974 10-09-1974 06-11-1973

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/007537

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F23C7/02 F23R3/16 F23R3/26		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F23C F23R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 19 26 728 B1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 25. März 1971 (1971-03-25) Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 49 Spalte 2, Zeile 42 - Zeile 48 Spalte 1, Zeile 51 - Zeile 58 Spalte 4, Zeile 7 - Zeile 15 Spalte 4, Zeile 38 - Zeile 51 Spalte 4, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 6 Spalte 5, Zeile 42 - Zeile 49	1-4, 6, 7, 11, 12, 14, 17-26, 28-31, 33, 34, 36, 37, 43, 46, 47, 49-55, 59, 60, 62
Y	-/--	45
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. November 2007		27/11/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Mougey, Maurice

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/007537

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>-----</p> <p>US 5 481 867 A (DUBELL THOMAS L [US] ET AL) 9. Januar 1996 (1996-01-09) Spalte 2, Zeile 27 - Zeile 41 Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 15</p> <p>-----</p>	45
X	<p>US 4 054 028 A (KAWAGUCHI KATSUYUKI) 18. Oktober 1977 (1977-10-18)</p> <p>-----</p> <p>Spalte 4, Zeile 23 - Zeile 39; Abbildung 6</p>	1-4, 6, 8, 11-14, 17-24, 28, 31, 33, 34, 42, 47, 49, 50, 53, 54, 59-61
X	<p>DE 17 51 838 A (BRYCE WILLIAM DEAN) 10. August 1967 (1967-08-10) in der Anmeldung erwähnt</p> <p>-----</p> <p>Seite 8, Absatz 2 - Seite 9, Absatz 1 Seite 12, Absatz 2 - Seite 14, Absatz 1 Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 19</p>	1, 5, 14-17, 19, 33, 34, 40, 47, 48, 50, 51, 54-56, 60, 61
X	<p>US 5 749 219 A (DUBELL THOMAS L [US]) 12. Mai 1998 (1998-05-12)</p> <p>-----</p> <p>Spalte 2, Zeile 21 - Zeile 35</p>	1-4, 6, 7, 9, 11-14, 27, 29, 31, 34, 36, 42, 43, 46, 47, 49-55, 60-62
X	<p>EP 0 987 495 A (ABB RESEARCH LTD [CH] ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 22. März 2000 (2000-03-22)</p> <p>-----</p> <p>Absätze [0007], [0010], [0015]</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-4, 6, 10, 33, 38, 42, 47, 49-61

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/007537

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 25 28 671 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 13. Januar 1977 (1977-01-13) Seite 2, Absatz 3 Seite 5, Absatz 2 Abbildungen 1,2	1-4, 6, 8, 11, 12, 15-19, 24, 27, 39, 41, 42, 47, 49, 50, 52-54, 56, 57, 59-61
X	US 5 349 812 A (TANIGUCHI MASAYUKI [JP] ET AL) 27. September 1994 (1994-09-27) Spalte 7, Zeile 58 - Spalte 8, Zeile 2 Spalte 8, Zeile 17 - Zeile 21 Spalte 8, Zeile 35 - Zeile 65	1-4, 6, 8, 12, 13, 15, 16, 27, 29, 36, 37, 40-42, 47, 49, 51, 57, 59-61
X	US 3 910 035 A (JUHASZ ALBERT J ET AL) 7. Oktober 1975 (1975-10-07) Spalte 1, Zeile 45 - Zeile 60 Spalte 2, Zeile 14 - Zeile 17 Spalte 3, Zeile 4 - Zeile 18 Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 52	1-4, 6, 8, 11, 12, 28, 33, 34, 36, 47, 49-52, 54, 56, 60-62 35, 44, 45
X	US 2 621 477 A (POWTER GEOFFREY J ET AL) 16. Dezember 1952 (1952-12-16) Spalte 4, Zeile 7 - Zeile 15; Abbildung 1	1-4, 6, 7, 11, 12, 35, 42, 44, 47, 49, 50, 52, 53, 58-61

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/007537

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 3 744 242 A (STETTLER R ET AL) 10. Juli 1973 (1973-07-10)</p> <p>Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 24 Spalte 3, Zeile 35 - Zeile 49 Spalte 6, Zeile 24 - Zeile 29 -----</p>	<p>1-4, 6, 8, 11, 12, 32, 42, 47, 49, 50, 53, 60, 61</p>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/007537

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1926728	B1	25-03-1971	FR 2043647 A5	19-02-1971
			GB 1303123 A	17-01-1973
			US 3626698 A	14-12-1971
US 5481867	A	09-01-1996	DE 3924464 A1	17-07-1997
			JP 3030041 B2	10-04-2000
			JP 9004844 A	10-01-1997
US 4054028	A	18-10-1977	CH 591656 A5	30-09-1977
			DE 2539993 A1	18-03-1976
			FR 2284089 A1	02-04-1976
			GB 1486684 A	21-09-1977
			JP 51029726 A	13-03-1976
DE 1751838	A	26-08-1971	FR 1582611 A	03-10-1969
			GB 1184683 A	18-03-1970
			US 3527052 A	08-09-1970
US 5749219	A	12-05-1998	KEINE	
EP 0987495	A	22-03-2000	DE 59810033 D1	04-12-2003
			US 6460341 B1	08-10-2002
DE 2528671	A1	13-01-1977	KEINE	
US 5349812	A	27-09-1994	JP 5203146 A	10-08-1993
US 3910035	A	07-10-1975	KEINE	
US 2621477	A	16-12-1952	KEINE	
US 3744242	A	10-07-1973	AU 446216 B2	14-03-1974
			AU 5044772 A	14-03-1974
			CA 963672 A1	04-03-1975
			DE 2301572 A1	02-08-1973
			FR 2169053 A1	07-09-1973
			GB 1352823 A	15-05-1974
			IT 976740 B	10-09-1974
			JP 48083212 A	06-11-1973