

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 662 202 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2006 Patentblatt 2006/22

(51) Int Cl.:
F23R 3/34 (2006.01) F23R 3/36 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 04028334.3

(22) Anmeldetag: 30.11.2004

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

(72) Erfinder:
• Krebs, Werner, Dr.
45481 Mülheim (DE)
• Meisl, Jürgen, Dr.
45478 Mülheim (DE)

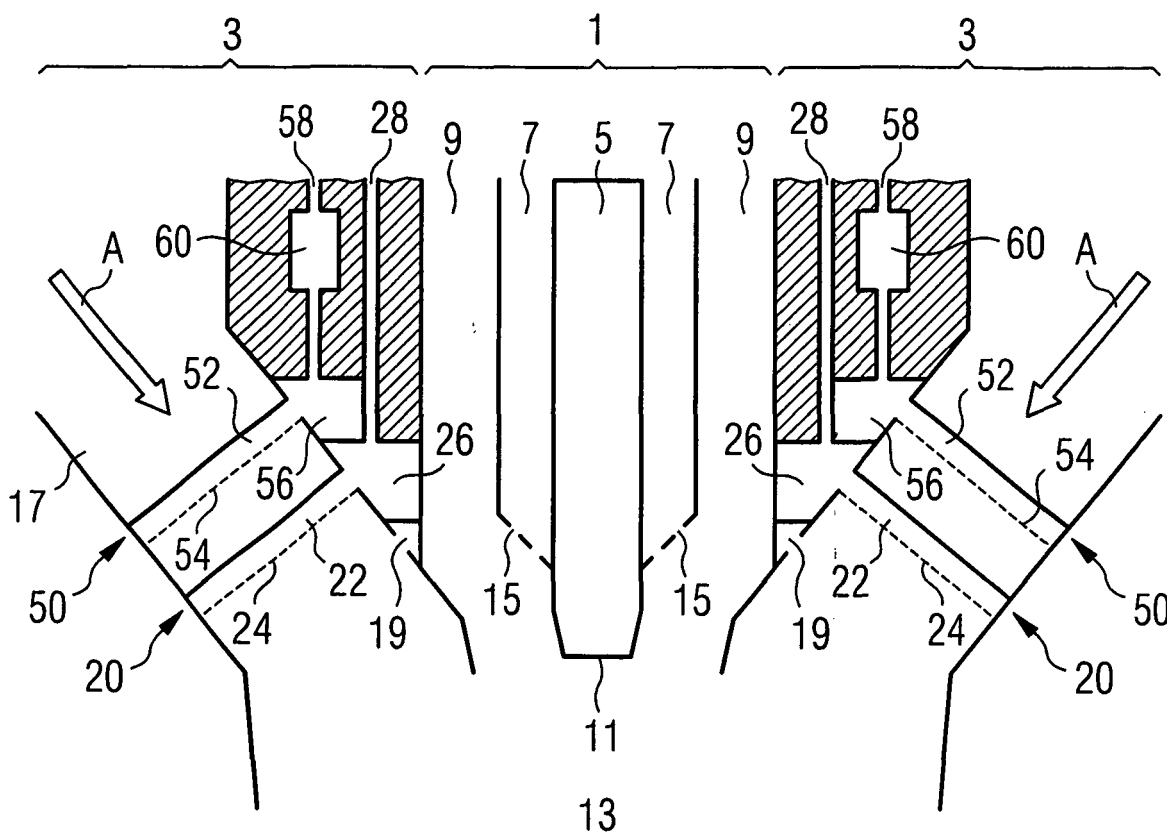
(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(54) Brenner für eine Gasturbinenanlage und Verfahren zum Betreiben eines derartigen Brenners

(57) In einem Brenner mit einer Luftzufuhr (17), einer Primärbrennstoffstufe (20) und einer Sekundärbrennstoffstufe (50), welche der Luftzufuhr (17) zugeordnet

sind, ist die Sekundärbrennstoffstufe (50) in Luftströmungsrichtung (A) der Luftzufuhr (17) stromaufwärts zur Primärbrennstoffstufe (20) angeordnet.

FIG 2



EP 1 662 202 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner mit wenigstens einer Luftzufuhr, einer Primärbrennstoffstufe und einer Sekundärbrennstoffstufe sowie eine Gasturbinenanlage mit einem derartigen Brenner. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Brenners.

[0002] Beim Verbrennen eines Brennstoffs in einer Gasturbinenanlage entstehen aufgrund der Reaktion von Sauerstoff mit Stickstoff Stickoxide (NO_x). Die Reduktion von Stickoxiden im Abgas ist heutzutage von großer Bedeutung beim Entwurf von Gasturbinenanlagen und insbesondere von Brennern für Gasturbinenanlagen.

[0003] Zum Reduzieren der Stickoxidemissionen werden Gasturbinen in weiten Teilen ihres Lastbereiches mit sogenannten mageren Brennstoffgemischen betrieben, d.h. die Verbrennung findet unter Luftüberschuss statt. Dadurch können die Verbrennungstemperaturen abgesenkt werden, was die Bildungsrate für Stickoxide im Vergleich zu einem stöchiometrischen Luft-Brennstoffgemisch verringert.

[0004] Eine weitere Verringerung der Stickoxidbildung wird dadurch erreicht, dass der Brenner im sogenannten Vormischmodus betrieben wird, in welchem der Brennstoff bereits vor dem Zünden mit der Luft gemischt wird.

[0005] Schadstoffarme Gasturbinenanlagen werden in der Regel nahe der mageren Stabilitätsgrenze, d.h. mit einem Luft-Brennstoffgemisch mit einem sehr geringen Brennstoffanteil, also sehr hohem Luftüberschuss betrieben. Aufgrund dieses sehr mageren Luft-Brennstoffgemisches sind die Gasturbinenanlagen jedoch anfällig für Verbrennungsschwingungen, deren Auftreten zu schwerwiegenden Schäden an der Gasturbinenanlage führen können. Derartige Verbrennungsschwingungen entstehen durch eine sich aufschaukelnde Wechselwirkung zwischen thermischen und akustischen Störungen beim Verbrennungsprozess.

[0006] Hinzu kommen Forderungen von Betreibern von Gasturbinenanlagen, diese mit Brennstoffen einer niedrigen Qualität (geringer Heizwert) betreiben zu können. Die Brennstoffe niedriger Qualität sollen zudem oft noch im Wechsel mit hochwertigen Brennstoffen (hoher Heizwert) einsetzbar sein. Die Erfahrung zeigt, dass dies das ohnehin schwierige Vermeiden von Verbrennungsschwingungen weiter erschwert.

[0007] Zum Vermindern von Verbrennungsschwingungen kommen beispielsweise Resonatoren, welche die Schwingungen dämpfen, zur Anwendung. Ein derartiger Resonator ist beispielsweise in DE 44 14 232 A1 beschrieben. Weitere Vorgehensweisen zum Verringern der Verbrennungsschwingungen umfassen das Optimieren der Luft-Brennstoffmischung, das Anpassen der Druckverluste von Brennstoffdüsen und Luftpassagen sowie die aktive Modulation von Brennstoffströmen. Derartige Maßnahmen sind beispielsweise in Geoff Meyers, et al. "Dry, Low Emissions for the "H" Heavy-Duty Indu-

strial Gasturbines: Full-Scale Combustion System Ring Test Results, in proceedings of ASME Turbo Expo 2003: Power for Land, Sea and Air, June 16 - 19, 2003 Atlanta, Georgia, USA beschrieben. Diese Druckschrift enthält auch ein Konzept zur gestuften Brennstoffzufuhr. Ein Brenner mit einer zentralen Brennstoffzufuhr weist vier um die zentrale Brennstoffzufuhr herum angeordnete weitere Brennstoffzufuhren auf, die unabhängig voneinander angesteuert werden können. Je nach Betriebsmodus werden die zentrale Brennstoffzufuhr und die darum herum angeordneten Brennstoffzufuhren unterschiedlich betrieben.

[0008] Ein Konzept mit in Axialrichtung des Brenners gestufter Brennstoffzufuhr ist in Michael A. Davi und Marv Weiss in GE Gas Turbine Fuel Flexibility, GE Power Systems Schenectady, NY, USA beschrieben. Zwischen einer primären Brennstoffzufuhr und der Diffusionszone, in der die Verbrennung stattfindet, ist eine Sekundärbrennstoffzufuhrstufe angeordnet, die außerdem eine ergänzende Luftzufuhr aufweist.

[0009] Gegenüber dem genannten Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vorteilhaftes Brennerdesign sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Brenners mit einem derartigen Design zur Verfügung zu stellen.

[0010] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine vorteilhafte Gasturbinenanlage zur Verfügung zu stellen.

[0011] Die erste Aufgabe wird durch einen Brenner nach Anspruch 1 bzw. ein Verfahren nach Anspruch 14, die zweite Aufgabe durch eine Gasturbinenanlage nach Anspruch 13 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0012] Ein erfindungsgemäßer Brenner umfasst wenigstens eine Luftzufuhr und zugeordnet zu einer Luftzufuhr eine Primärbrennstoffstufe, welche als Hauptstufe zur Brennstoffzufuhr dient, sowie eine Sekundärbrennstoffstufe, welche als Hilfsstufe zur Brennstoffzufuhr dient. Im erfindungsgemäßen Brenner ist die Sekundärbrennstoffstufe in Luftströmungsrichtung der Luftzufuhr stromaufwärts zur Primärbrennstoffstufe angeordnet. Vorzugsweise sind die Primärbrennstoffstufe und die Sekundärbrennstoffstufe derart in der Luftzufuhr angeordnet, dass sich zwischen ihnen keine Rückströmgebiete ausbilden, d.h. dass es zu keiner Strömung von der Primärbrennstoffstufe zur Sekundärbrennstoffstufe kommt.

[0013] Im erfindungsgemäßen Brenner kann die Primärbrennstoffstufe dazu Verwendung finden, eine für eine schadstoffarme Verbrennung charakteristische homogene räumliche Mischung von Brennstoff und Luft in der Luftzufuhr herbeizuführen. Mit der in Luftströmungsrichtung gesehen stromauf angeordneten Sekundärbrennstoffstufe lässt sich die zeitliche Luft-Brennstoff-Mischung im Brenner zur Verminderung von Verbrennungsschwingungen optimieren. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der von der Sekundärbrennstoffstufe zugeführte Brennstoffmassenstrom unabhängig von dem von der Primärbrennstoffstufe zugeführten Brennstoffmassen-

strom zu regeln ist. Insbesondere kann die Sekundärbrennstoffstufe außerdem zum Zuführen eines Brennstoffmassenstroms ausgelegt sein, der maximal 30% des von der Primärbrennstoffstufe zugeführten Brennstoffmassenstroms entspricht.

[0014] Durch Erhöhen des über die Sekundärbrennstoffstufe zugeführten Brennstoffmassenstroms lässt sich zudem die Kapazität zum Einbringen von Brennstoff in die Luftzufuhr erhöhen, was beispielsweise bei Verwendung von Brennstoffen mit niedrigem Heizwert und/oder bei Brennstoffvorheizung sinnvoll sein kann. Die Sekundärbrennstoffstufe erlaubt somit eine Erweiterung des Brennstoffspektrums bzw. eine erhöhte Brennstoffflexibilität des Brenners.

[0015] Eine akustische Abstimmung der Sekundärbrennstoffstufe an die Primärbrennstoffstufe kann erfolgen, indem die Sekundärbrennstoffstufe eine Impedanz mit einem Wert aufweist, der gegenüber einem Brenner ohne Sekundärbrennstoffstufe zu einer Verringerung der Luftzahlschwankungen oder der Wärmefreisetzungs-schwankungen führt. Die Impedanz drückt hierbei den akustischen Widerstand aus, den die Brennstoffstufe gegenüber einer Druckwelle ausübt. Eine Anpassung der Impedanz lässt sich dabei beispielsweise durch geeignete Dimensionierung wenigstens einer Brennstoffpassage im Bereich der Sekundärbrennstoffstufe erreichen. Bspw. kann die Brennstoffpassage als ringförmiger Brennstoffverteilerkanal ausgebildet sein, wobei sich die Impedanz durch Verändern des Volumens des Brennstoffverteilerkanals variieren lässt.

[0016] Alternativ oder zusätzlich zu einer geeigneten Dimensionierung der Brennstoffpassage lässt sich die Impedanz dadurch anpassen, dass eine Brennstoffzufuhrleitung zur Sekundärbrennstoffstufe vorhanden ist, die mit wenigstens einem akustischen Filter, der beispielsweise als Resonator ausgeführt sein kann, ausgestattet ist.

[0017] Eine akustische Anpassung der Sekundärbrennstoffstufe an die Primärbrennstoffstufe ist möglich, wenn die Sekundärbrennstoffstufe Brennstoffdüsen umfasst, die so ausgestaltet sind, dass der Druckverlust des zugeführten Brennstoffes über diese Düsen geringer zu halten ist als der Druckverlust des über/die Düsen der Primärbrennstoffstufe zugeführten Brennstoffes.

[0018] Darüber hinaus kann durch geeignete Anordnung der Brennstoffdüsen der Sekundärbrennstoffstufe eine Optimierung der Luft-Brennstoff-Mischung im Brenner realisiert werden.

[0019] Der erfindungsgemäße Brenner kann insbesondere als ein in einem Vormischmodus zu betreibender sog. Vormischbrenner oder als Hybridbrenner, also als ein Brenner, welcher sowohl im Diffusions- als auch im Vormischmodus zu betreiben ist, ausgebildet sein. Außerdem kann er auch als sog. Mehrbrennstoffbrenner, also als ein Brenner, der für das Verbrennen unterschiedlicher Brennstoffe ausgelegt ist, ausgebildet sein. Insbesondere kann er als Mehrbrennstoffbrenner sowohl für das Verbrennen gasförmiger als auch für das Verbren-

nen flüssiger Brennstoffe ausgelegt sein.

[0020] Eine erfindungsgemäße Gasturbinenanlage ist mit einem erfindungsgemäßen Brenner ausgestattet. In ihr lassen sich die mit Bezug auf den erfindungsgemäßen Brenner beschriebenen Vorteile realisieren. Insbesondere lassen sich Verbrennungsschwingungen beim Betrieb der Anlage reduzieren.

[0021] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Figur.

Fig. 1 zeigt einen Halbschnitt durch eine Gasturbinenanlage.

Fig. 2 zeigt einen Hybridbrenner als ein Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Brenner in einer schematischen Darstellung.

[0022] Die Gasturbinenanlage 101 gemäß Figur 1 weist einen Verdichter 102 für Verbrennungsluft, eine Brennkammer oder Gasturbinenbrennkammer 104 sowie eine Turbine 106 zum Antrieb des Verdichters 102 und eines nicht dargestellten Generators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine 106 und der Verdichter 102 auf einer gemeinsamen, auch als Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle 108 angeordnet, mit der auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden ist, und die um ihre Mittelachse 109 drehbar gelagert ist.

[0023] Die Brennkammer 104 ist mit einer Anzahl von Brennern 110 zur Verbrennung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt. Sie ist weiterhin an ihrer Innenwand oder Brennkammerwandung 123 mit Innenverkleidungselementen 125 versehen.

[0024] Die Turbine 106 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 108 verbundenen, rotierbaren Laufschaufeln 112 auf. Die Laufschaufeln 112 sind kranzförmig an der Turbinenwelle 108 angeordnet und bilden somit eine Anzahl von Laufschaufelreihen. Weiterhin umfasst die Turbine 106 eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln 114, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von Leitschaufelreihen an einem Innengehäuse 116 der Turbine 106 befestigt sind. Die Laufschaufeln 112 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle 108 durch Impulsübertrag vom die Turbine 106 durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 114 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen aufeinander folgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkranzen. Ein aufeinander folgendes Paar aus einem Kranz von Leitschaufeln 114 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz von Laufschaufeln 112 oder einer Laufschaufelreihe wird dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

[0025] Jede Leitschaufel 114 weist eine auch als Schaufelfuß 119 bezeichnete Plattform 118 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 114 am Innenge-

häuse 16 der Turbine 106 als Wandelement angeordnet ist. Die Plattform 118 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heißgaskanals für das die Turbine 106 durchströmende Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 112 ist in analoger Weise über einen auch als Plattform 118 bezeichneten Schaufelfuß 119 an der Turbinenwelle 108 befestigt, wobei der Schaufelfuß 119 jeweils ein entlang einer Schaufelachse erstrecktes profiliertes Schaufelblatt 120 trägt.

[0026] Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 118 der Leitschaufeln 114 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 121 am Innengehäuse 116 der Turbine 106 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsrings 121 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 106 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende 122 der ihm gegenüber liegenden Laufschaufel 112 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen benachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 121 dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innenwand 116 oder andere Gehäuse-Einbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 106 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt.

[0027] Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Gasturbinenanlage 101 für eine vergleichsweise hohe Austrittstemperatur des aus der Brennkammer 104 austretenden Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1300 °C ausgelegt. Um dies zu ermöglichen, ist die Brennkammerwandung 123 innengekühlt. Hierbei strömt Verbrennungsluft im Gegenstrom zum Arbeitsmedium M, d.h. den Verbrennungsgasen, zwischen der Brennkammerwandung 123 und den an dieser befestigten, den Brennkammerinnenraum 124 umgebenden Innenverkleidungselementen 125 durch einen Wandungskühlraum 126 zu den Brennern 110. Durch diese Brennkammerkühlung wird gleichzeitig in gewollter Weise die Verbrennungsluft erhitzt.

[0028] Ein Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Brenner ist in Figur 2 in einer Schnittansicht dargestellt. Der erfindungsgemäße Brenner umfasst ein inneres Brennersystem 1, welches im folgenden Pilotbrennersystem genannt wird sowie ein konzentrisch um das Pilotbrennersystem 1 angeordnetes Hauptbrennersystem 3. Der Brenner ist als Mehrbrennstoffbrenner ausgebildet, der sowohl zum Verbrennen gasförmiger Brennstoffe als auch zum Verbrennen flüssiger Brennstoffe geeignet ist. Außerdem ist er als Hybridbrenner ausgebildet, d.h. er kann sowohl im Diffusionsmodus als auch im Vormischmodus betrieben werden.

[0029] Das Pilotbrennersystem 1 umfasst einen inneren Zufuhrkanal 5 für flüssige Brennstoffe, einen inneren Gaszufuhrkanal 7 für gasförmige Brennstoffe sowie einen inneren Luftzufuhrkanal 9 zum Zuführen von Verbrennungsluft. Der innere Gaszufuhrkanal 7 ist dabei konzentrisch um den inneren Zufuhrkanal für flüssige Brennstoffe herum angeordnet. Um den inneren Gaszu-

fuhrkanal 7 herum ist der innere Luftzufuhrkanal 9 konzentrisch angeordnet. Der innere Zufuhrkanal für flüssige Brennstoffe mündet über eine Düse 11 in die Brennkammer 13. Der innere Gaszufuhrkanal 7 mündet dagegen über Austrittsöffnungen 15 in den Luftzufuhrkanal 9, wo eine Vermischung des gasförmigen Brennstoffes mit der Luft erfolgt. Im oder am inneren Luftzufuhrkanal 9 ist außerdem ein geeignetes Zündsystem angeordnet, welches in Figur 2 nicht dargestellt ist.

[0030] Das Pilotbrennersystem 1 dient der Aufrechterhaltung einer die Stabilität der Brennerflamme unterstützenden Pilotflamme und erlaubt prinzipiell den Betrieb des Brenners als Diffusionsbrenner oder als Brenner mit einem vorgemischten Luft-Brennstoff-Gemisch.

[0031] Das konzentrisch um das Pilotbrennersystem 1 herum angeordnete Hauptbrennersystem 3 umfasst eine Primärbrennstoffstufe 20, eine Sekundärbrennstoffstufe 50 sowie einen konzentrisch um das Pilotbrennersystem 1 herum angeordneten Luftzufuhrkanal 17. Die beiden Brennstoffstufen 20, 50 sind in Luftzufuhrrichtung (Pfeil A) axial hintereinander angeordnet und dienen der Zufuhr eines gasförmigen Brennstoffes. Sie umfassen jeweils eine Anzahl Düsenrohre 22, 52 mit darin angeordneten Brennstoffdüsen 24, 54, wobei die Düsenrohre 54 der Sekundärbrennstoffstufe 50 in Luftzufuhrrichtung gesehen stromaufwärts zu den Düsenrohren 22 der Primärbrennstoffstufe 20 angeordnet sind. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfassen die beiden Brennstoffstufen jeweils 20 über den Umfang des Hauptbrennersystems 3 verteilte Düsenrohre 22, 52, auf denen die Brennstoffdüsen 24, 54 radial angeordnet sind.

[0032] Die Düsenrohre 22, 52 sind jeweils mit Ringverteiltern 26 bzw. 56 verbunden, über die ihnen der gasförmige Brennstoff zugeführt wird. Der Ringverteiler 26 der Primärbrennstoffstufe 20 und der Ringverteiler 56 der Sekundärbrennstoffstufe 50 werden jeweils über eine Anzahl gleichmäßig um das Pilotbrennersystem 1 herum verteilter Gaszufuhrleitungen 28, 58 mit Gas versorgt.

[0033] Das Hauptbrennersystem 3 umfasst darüber hinaus auch ein Zufuhrsystem 19 zum Zuführen flüssiger Brennstoffe, auf das jedoch nicht weiter eingegangen wird.

[0034] Die Impedanz der Sekundärbrennstoffstufe 50 ist an die Impedanz der Primärbrennstoffstufe 20 durch geeignete Dimensionierung des Ringverteilers 56 sowie durch in den Gaszufuhrleitungen 58 angeordnete Resonatoren 60 angepasst.

[0035] Beide Brennstoffstufen 20, 50 sind getrennt regelbar, wobei die Sekundärbrennstoffstufe derart geregelt ist, dass sie maximal 30% des Brennstoffmassenstroms des Hauptbrenners 3 erhält. Eine Optimierung der Luft-Brennstoff-Mischung im Brenner wird durch geeignete Anordnung der Düsen 54 der Sekundärbrennstoffstufe erreicht. Außerdem sind die Düsen 54 derart ausgestaltet, dass der Druckverlust des Brennstoffes über diese Düsen 54 geringer ausfällt als der Druckverlust des Brennstoffes über die Düsen 24 der Primärbrennstoffstufe 20.

[0036] Die Sekundärbrennstoffstufe 50 erfüllt diverse Aufgaben. Sie dient beispielsweise dazu, Luftzahl-schwankungen im Brenner, also zeitliche Variationen im Luft-Brennstoff-Mischungsverhältnis, zu verringern. Dies kann durch geeignetes Aufteilen des Brennstoff-massenstroms auf die Primärbrennstoffstufe 20 und die Sekundärbrennstoffstufe 50 erreicht werden. Eine geeignete Aufteilung ermöglicht es außerdem, das räumliche Luft-Brennstoff-Mischungsfeld im Brenner zu variieren. Durch den Einsatz der Sekundärbrennstoffstufe 50 erhöht sich zudem die Kapazität zum Einbringen von Brennstoff in die Luftzufuhrpassage, was beispielsweise bei Verwendung von Brennstoffen mit niedrigem Heizwert und/oder bei Brennstoffvorheizung sinnvoll sein kann. Die Sekundärbrennstoffstufe 50 erlaubt somit insbesondere eine Erweiterung des Brennstoffspektrums bzw. eine erhöhte Brennstoffflexibilität des Brenners.

[0037] Durch getrenntes Regeln der Primärbrennstoffstufe 20 und der Sekundärbrennstoffstufe 50 lassen sich die genannten Wirkungen auch bei Änderungen der Umgebungsbedingungen, der Brenngaseigenschaften oder der Leistung der Turbinenanlage erzielen oder beibehalten.

[0038] Der erfindungsgemäße Brenner kann insbesondere Teil einer Gasturbinenanlage sein.

Patentansprüche

1. Brenner mit wenigstens einer Luftzufuhr (17), einer Primärbrennstoffstufe (20) sowie einer Sekundärbrennstoffstufe (50), welche einer Luftzufuhr (17) zugeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundärbrennstoffstufe (50) in Luftströmungsrichtung (A) der Luftzufuhr (17) stromaufwärts zur Primärbrennstoffstufe (20) angeordnet ist.
2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Primärbrennstoffstufe (20) und die Sekundärbrennstoffstufe (50) derart in der Luftzufuhr (17) angeordnet sind, dass sich zwischen ihnen keine Rückströmgebiete ausbilden.
3. Brenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Sekundärbrennstoffstufe (50) zugeführte Brennstoffmassenstrom unabhängig von dem von der Primärbrennstoffstufe (20) zugeführten Brennstoffmassenstrom zu regeln ist.
4. Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundärbrennstoffstufe (50) zum Zuführen eines Brennstoffmassenstromes ausgelegt ist, der maximal 30% des von der Primärbrennstoffstufe (20) zuzuführenden Brennstoffmassenstromes entspricht.
5. Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundärbrennstoffstufe (50) Brennstoffdüsen (54) umfasst, die derart angeordnet sind, dass eine optimierte Mischung des Brennstoffes mit der Luft erfolgt.
6. Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundärbrennstoffstufe (50) Brennstoffdüsen (54) umfasst, die derart ausgestaltet sind, dass der Druckverlust des zugeführten Brennstoffes über diese Düsen geringer zu halten ist als der Druckverlust des über die Düsen (24) der Primärbrennstoffstufe (20) zugeführten Brennstoffes.
7. Brenner nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Impedanz der Sekundärbrennstoffstufe (50) einen Wert aufweist, der gegenüber einem Brenner ohne Sekundärbrennstoffstufe (50) zu einer Verringerung von Luftzahlschwankungen oder Wärmefreisetzungsschwankungen führt.
8. Brenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Impedanz durch geeignete Dimensionierung wenigstens einer Brennstoffpassage (56) zur Sekundärbrennstoffstufe (50) gegeben ist.
9. Brenner nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** er als eine Brennstoffpassage zur Sekundärbrennstoffstufe (50) einen Brennstoffverteilerkanal (56) umfasst dessen Dimensionierung im Hinblick auf eine Impedanzanpassung gewählt ist.
10. Brenner nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Brennstoffzufuhrleitung (58) zur Sekundärbrennstoffstufe (50) umfasst, die mit mindestens einem akustischen Filter (60) ausgestattet ist.
11. Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** seine Ausgestaltung als Vormischbrenner oder Hybridbrenner.
12. Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** seine Ausgestaltung als Mehrbrennstoffbrenner.
13. Gasturbinenanlage mit einem Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche.
14. Verfahren zum Betreiben eines Brenners einer Gasturbinenanlage, welcher wenigstens eine Luftzufuhr (17) und zugeordnet zu einer Luftzufuhr (17) eine Primärbrennstoffstufe (20) sowie eine in Luftströmungsrichtung (A) der Luftzufuhr (17) stromaufwärts zur Primärbrennstoffstufe (20) angeordnete Sekundärbrennstoffstufe (50) umfasst, in welchem die Primärbrennstoffstufe (20) zum Herbeiführen einer räumlich homogenen Mischung von Brennstoff und Luft und die Sekundärbrennstoffstufe (50) zum Op-

timieren einer zeitlich Mischung von Brennstoff und Luft zum Einsatz kommen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem der der Sekundärbrennstoffstufe (50) zugeführte Brennstoffmassenstrom unabhängig vom der Primärbrennstoffstufe (20) zugeführten Brennstoffmassenstrom geregelt wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

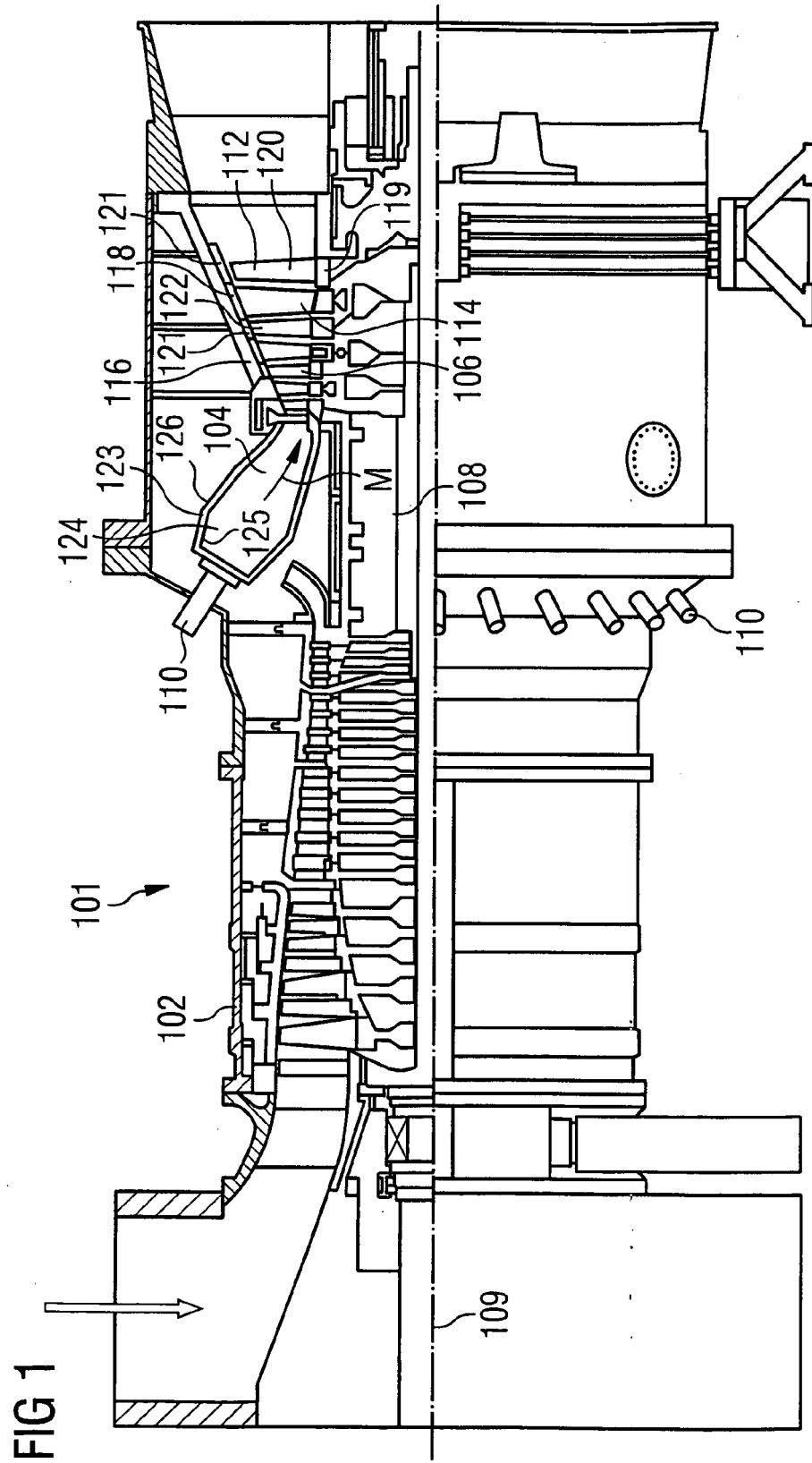
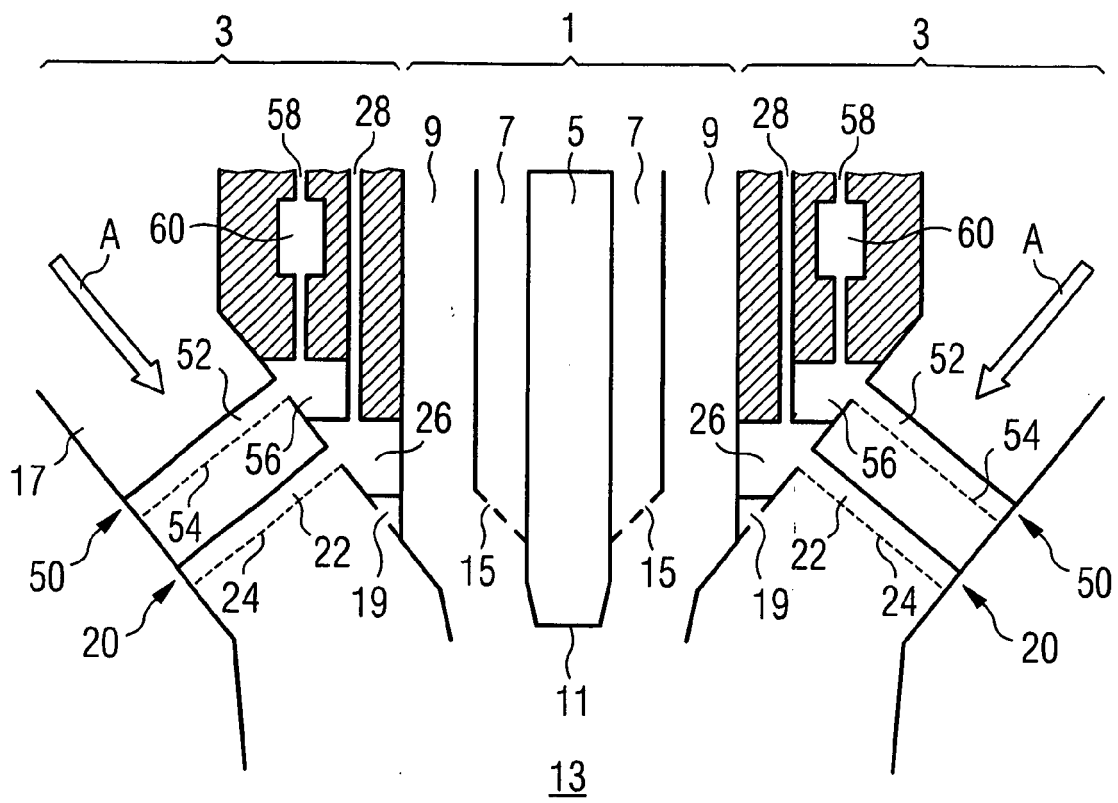


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 8334

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 2001/052229 A1 (TUTHILL RICHARD STERLING ET AL) 20. Dezember 2001 (2001-12-20)	1-7, 11-15	F23R3/34 F23R3/36
Y	* Absätze [0019], [0025], [0031] - [0033], [0036]; Abbildungen 2,3 *	8-10	
Y	EP 1 416 226 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 6. Mai 2004 (2004-05-06) * Absätze [0011], [0027], [0028] *	8,9	
Y	WO 93/10401 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 27. Mai 1993 (1993-05-27) * Seite 17, Zeile 6 - Zeile 14 *	10	
X	GB 2 348 484 A (* GENERAL ELECTRIC COMPANY) 4. Oktober 2000 (2000-10-04) * Seite 8, Absatz 3 * * Seite 9, Absatz 1 * * Seite 18, Zeile 26 - Seite 19, Zeile 7 * * Abbildung 2 *	1,7,11, 13,14	
X	EP 1 172 610 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD) 16. Januar 2002 (2002-01-16) * Absätze [0017], [0022], [0029], [0030], [0079] - [0082]; Abbildung 7 *	1,2,5, 11-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F23R
X	EP 0 747 636 A (ALLISON ENGINE COMPANY, INC; ROLLS-ROYCE CORPORATION) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) * Spalte 9, Zeile 3 - Zeile 22; Abbildung 8 *	1,5,11, 13,14	
X	EP 1 067 337 A (ROLLS-ROYCE PLC) 10. Januar 2001 (2001-01-10) * Absatz [0042] - Absatz [0044]; Abbildung 3 *	1,7,11, 13,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Mai 2005	Prüfer Mougey, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 8334

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	WO 00/34715 A (ABB ALSTOM POWER UK LTD; MINA, THEODORE, ISHAQ) 15. Juni 2000 (2000-06-15) * Spalte 8, Zeile 11 - Zeile 27 * -----	7-10	
A	US 6 490 864 B1 (JOOS FRANZ ET AL) 10. Dezember 2002 (2002-12-10) * Spalte 3, Zeile 33 - Zeile 65; Abbildungen 1,2 * -----	7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Mai 2005	Prüfer Mougey, M
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 04 02 8334

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-05-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2001052229	A1	20-12-2001	DE	69916911 D1	09-06-2004
			DE	69916911 T2	21-04-2005
			EP	0936406 A2	18-08-1999
			JP	11337068 A	10-12-1999
			TW	425467 B	11-03-2001

EP 1416226	A	06-05-2004	US	2004083738 A1	06-05-2004
			EP	1416226 A2	06-05-2004
			JP	2004150793 A	27-05-2004

WO 9310401	A	27-05-1993	CZ	9401149 A3	17-08-1994
			WO	9310401 A1	27-05-1993
			EP	0611434 A1	24-08-1994
			JP	7501137 T	02-02-1995

GB 2348484	A	04-10-2000	US	5943866 A	31-08-1999
			DE	19809364 A1	17-09-1998
			GB	2323157 A ,B	16-09-1998
			JP	10318541 A	04-12-1998
			US	6164055 A	26-12-2000

EP 1172610	A	16-01-2002	JP	2002031343 A	31-01-2002
			CA	2352811 A1	13-01-2002
			EP	1172610 A1	16-01-2002
			US	2002014078 A1	07-02-2002

EP 0747636	A	11-12-1996	US	5813232 A	29-09-1998
			DE	69626445 D1	10-04-2003
			DE	69626445 T2	15-01-2004
			EP	0747636 A2	11-12-1996
			JP	3207353 B2	10-09-2001
			JP	9119640 A	06-05-1997
			US	5794449 A	18-08-1998

EP 1067337	A	10-01-2001	EP	1067337 A1	10-01-2001
			US	6412282 B1	02-07-2002

WO 0034715	A	15-06-2000	WO	0034715 A1	15-06-2000
			GB	2345957 A	26-07-2000

US 6490864	B1	10-12-2002	DE	19948674 A1	12-04-2001
			GB	2356246 A ,B	16-05-2001

EPO FORM P0461

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