



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.05.2013 Patentblatt 2013/18**

(51) Int Cl.:  
**F23R 3/28 (2006.01) F23R 3/34 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11187285.9**

(22) Anmeldetag: **31.10.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Beck, Christian**  
**45468 Mülheim (DE)**  
• **Deiss, Olga**  
**40627 Düsseldorf (DE)**  
• **Krebs, Werner, Dr.**  
**45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**  
• **Wegner, Bernhard**  
**45468 Mülheim (DE)**

(54) **Brennkammer für eine Gasturbine und Brenneranordnung**

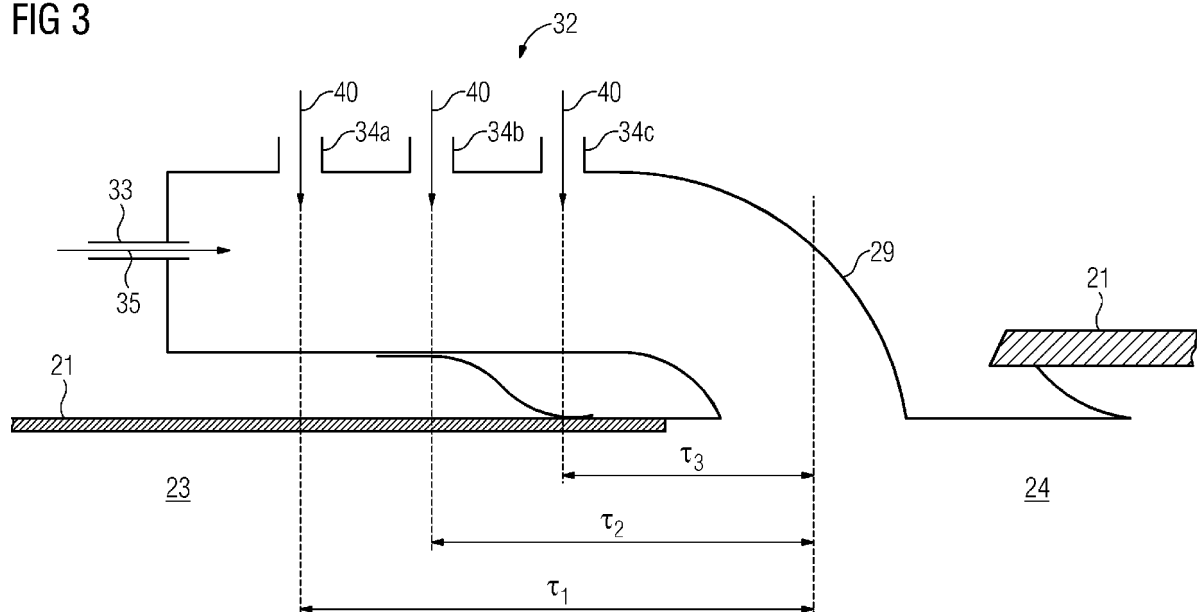
(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkammer (10,20) für eine Gasturbine (1) mit mindestens einer Verbrennungszone (23,24) und mindestens einer Brenneranordnung (11,28) zur Verbrennung eines Brennstoff/Luft-Gemisches in der Verbrennungszone (23, 24), wobei die Brenneranordnung (11,28) mindestens eine in die Verbrennungszone (23, 24) mündende Vormischpassage (29) zur Bereitstellung eines Brennstoff/Luft-Gemisches umfasst, und in die Vormischpassage (29) eine von der

Brenneranordnung (11, 28) umfasste Luftzuführung (32) und mindestens eine Brennstoffzuführung (33) einmündet.

Die Brennkammer ermöglicht eine besonders effektive Dämpfung von Brennkammerdruckschwankungen.

Hierzu ist die Luftzuführung (32) gestuft ausgebildet, so dass in die Vormischpassage (29) mündenden Auslassöffnungen (34, 34a, 34b, 34c) der gestuften Luftzuführung unterschiedliche Verzugszeiten ( $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ ) zuordenbar sind.

**FIG 3**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkammer für eine Gasturbine mit mindestens einer Verbrennungszone und mindestens einer Brenneranordnung zur Verbrennung eines Brennstoff/Luft-Gemisches, wobei die Brenneranordnung mindestens eine in die Verbrennungszone mündende Vormischpassage zur Bereitstellung eines Brennstoff/Luft-Gemisches umfasst, und in die Vormischpassage eine von der Brenneranordnung umfasste Luftzuführung und mindestens eine Brennstoffzuführung einmündet.

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Gasturbine mit einer derartigen Brennkammer und auf eine Brenneranordnung.

**[0003]** Bekannte Gasturbinen umfassen neben einer eingangs genannten Brennkammer einen Verdichter und eine Turbine. Der Verdichter verdichtet die der Gasturbine zugeführte Luft, wobei ein Teil dieser Luft der Verbrennung von Brennstoff in der Brennkammer dient und ein Teil zur Kühlung der Gasturbine und/oder der Verbrennungsgase verwendet wird. Die durch den Verbrennungsvorgang in der Brennkammer bereitgestellten heißen Gase werden aus der Brennkammer in die Turbine eingeleitet, wobei sie in dieser entspannen und abkühlen und hierbei unter Leistung von Arbeit Turbinenschaufeln in Rotation versetzen. Mittels dieser Rotationsenergie treibt die Gasturbine eine Arbeitsmaschine an. Bei der Arbeitsmaschine kann es sich beispielsweise um einen Generator handeln.

**[0004]** Das durch die mindestens eine Brenneranordnung bereitgestellte Brennstoff/Luft-Gemisch wird in der mindestens einen Vormischpassage vorgemischt, um dann nach dem Einströmen in die Verbrennungszone gezündet zu werden. Die Vormischung des Brennstoffs mit der Luft reduziert die bei der Verbrennung entstehenden Schadstoffemissionen im Gegensatz zu der früher üblichen direkten Eindüsung des Brennstoffs in die Verbrennungszone. Nachteilig an der Vormischung des Brennstoffs ist allerdings, dass diese Anordnung wesentlich anfälliger für die Ausbildung von Brennkammerdruckschwankungen ist. Kommt es zu Druckschwankungen in der Verbrennungszone, entstehen auch Konzentrationsschwankungen in dem Brennstoff/Luft-Gemisch in der Vormischpassage, welche bei der Verbrennung zu Wärmefreisetzungsfluktuationen führen. Diese thermoakustischen Instabilitäten wiederum verstärken die Brennkammerdruckschwankungen, wobei es in der Anordnung Vorzugsfrequenzen für diese sich aufschaukelnden Brennkammerdruckschwankungen gibt. Die Konzentrationsschwankungen im Brennstoff/Luft-Gemisch, also zeitliche Variationen im Luft-Brennstoff-Mischungsverhältnis können auch mit Luftzahlschwankungen bezeichnet werden. Die Luftzahlschwankungen resultieren aus unterschiedlichen akustischen Widerständen der Luftzuführung und Brennstoffzuführung. Zur Dämpfung der Brennkammerdruckschwankungen umfassen bekannte Gasturbinen im Gehäuse angeordnete

Resonatoren. Da die Resonatoren unmittelbar an die Verbrennungszone angrenzen und zudem eine Hitzeschildanordnung in dem Gehäuse unterbrechen und deshalb gekühlt werden müssen, ist eine derartige Ausbildung der Brennkammer aufwendig. Eine alternative Ausbildung einer bekannten Brennkammer sieht zur Unterdrückung derartiger Brennkammerdruckschwankungen vor, dass die in die Vormischpassage einmündenden Brennstoffdüsen entlang der Vormischpassage in axialer Richtung verteilt angeordnet sind, so dass sich Mischzonen mit unterschiedlichen Verzugszeiten in der Vormischpassage ausbilden. Diese gestufte Ausführung der Brennstoffzuführung ermöglicht es, die durch die Brennkammerdruckschwankung hervorgerufenen Konzentrationsschwankungen in dem durch die Brennstoffzuführung eingedüsten Brennstoffs abzumildern. Die Brennstoffdüsen können auch mit Auslassöffnungen der Brennstoffzuführung bezeichnet werden.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Brennkammer der eingangs genannten Art und eine Gasturbine mit einer solchen Brennkammer sowie eine von einer solchen Brennkammer umfasste Brenneranordnung anzugeben, welche eine besonders effektive Dämpfung von Brennkammerdruckschwankungen ermöglicht.

**[0006]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Brennkammer der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Luftzuführung gestuft ausgebildet ist, so dass in die Vormischpassage mündenden Auslassöffnungen der gestuften Luftzuführung unterschiedliche Verzugszeiten zuordenbar sind.

**[0007]** Durch die bekannte Brennstoffzuführung mit entlang der Vormischpassage in axialer Richtung verteilt angeordneten Brennstoffdüsen lassen sich zwar durch Brennkammerdruckschwankungen hervorgerufene Schwankungen in der Brennstoffmenge ausgleichen, die dem Luftstrom entlang der Vormischpassage beigegeben wird. Diese bekannte Stufung vermag aber nicht aufgrund der unterschiedlichen akustischen Widerstände der Luft und des Brennstoffs den Brennstoff so in den Luftstrom einzudüsen, dass ein konstantes Verhältnis von Brennstoff und Luft sowie eine konstante Brennstoffmenge pro Zeit aus der Vormischpassage aus- und in die Verbrennungszone eintritt. Erfindungsgemäß wird deshalb zur Unterdrückung von Brennkammerdruckschwankungen und damit auch von Wärmefreisetzungsfluktuationen vorgeschlagen, die in die Vormischpassage einmündende Luftzuführung gestuft auszubilden und somit die durch Brennkammerdruckschwankungen hervorgerufenen Dichteschwankungen im die Vormischpassage passierenden Luftstrom abzumildern. Aufgrund der hohen Kompressibilität der Luft im Vergleich zu beispielsweise flüssigem Brennstoff und dem geringeren Druck in der Luftzufuhrleitung im Vergleich zu dem Druck in der Brennstoffzufuhrleitung ist dies zur Unterdrückung von Brennkammerdruckschwankungen besonders effektiv.

**[0008]** Erfindungsgemäß umfasst die gestufte Luftzuführung in die Vormischpassage mündende Auslassöff-

nungen, denen unterschiedliche Verzugszeiten zuordenbar sind. Die gestufte Luftzuführung kann darüber hinaus weitere Auslassöffnungen umfassen, denen redundante Verzugszeiten zuordenbar sind. Die Verzugszeit kann auch mit konvektiver Zeitverzug bezeichnet werden. Sie bestimmt sich aus der Zeit, die ein in die Vormischpassage eintretendes Fluidelement benötigt, um zur Verbrennungszone zu gelangen. Die Auslassöffnungen können auch mit Austrittsöffnungen bezeichnet werden.

**[0009]** Die Brenneranordnung kann beispielsweise einen Pilotbrenner mit einer Vormischpassage mit zentral in dieser angeordneten Pilotbrennerlanze umfassen, wobei die Pilotbrennerlanze mit einer Brennstoffzufuhr verbunden ist und Brennstoffdüsen umfasst. In die Vormischpassage des Pilotbrenners mündet eine Luftzuführung. Um den Pilotbrenner herum kann eine von der Brenneranordnung umfasste Vielzahl an Hauptmischern angeordnet sein. Jeder der Hauptmischer kann eine von einem zylinderförmigen Gehäuse umfasste Vormischpassage aufweisen, in welche eine Luftzuführung einmündet und in welcher axial eine mit einer Brennstoffzufuhr verbundene Lanze mit Brennstoffdüsen angeordnet ist. Die Lanze kann beispielsweise über Drallschaufeln an dem Gehäuse abgestützt sein. Erfindungsgemäß umfasst bei der beispielhaft angegebenen Brenneranordnung mindestens eine der Vormischpassagen eine gestufte Luftzuführung. Beispielsweise kann jeweils die Luftzuführung der Hauptmischer gestuft ausgebildet sein, indem die Drallschaufeln in die Vormischpassage einmündende Luftauslassöffnungen ausbilden, denen unterschiedliche Verzugszeiten zuordenbar sind. Diese können vorzugsweise so gewählt sein, dass sich zumindest im Frequenzbereich einer Vorzugs-Brennkammerdruckschwankung durch diese hervorgerufene Dichteschwankungen in der zugeführten Luft mittels der unterschiedlichen Verzugszeiten der Luftauslassöffnungen gegenseitig aufheben bzw. abschwächen.

**[0010]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, dass zusätzlich zu der gestuft ausgebildeten Luftzuführung eine in die Vormischpassage einmündende und mit gasförmigem Brennstoff beaufschlagbare Brennstoffzuführung ebenfalls gestuft ausgebildet ist.

**[0011]** Da der gasförmige Brennstoff im Vergleich zu Luft ebenfalls eine hohe Kompressibilität aufweist, lassen sich durch die zusätzliche Stufung der mit gasförmigem Brennstoff beaufschlagbaren Brennstoffzuführung durch Brennkammerdruckschwankungen hervorgerufene Schwankungen in Konzentration und Dichte des aus der Vormischpassage in die Verbrennungszone strömenden Brennstoff/Luft-Gemisches noch effektiver dämpfen. Sofern die Vormischpassage mehr als eine mit gasförmigem Brennstoff beaufschlagbare Brennstoffzuführungen umfasst, kann eine oder mehrere dieser mit gasförmigem Brennstoff beaufschlagbaren Brennstoffzuführungen gestuft ausgebildet sein.

**[0012]** Vorteilhafter Weise kann weiter vorgesehen

sein, dass den Auslassöffnungen der gestuften Zuführung Verzugszeiten zuordenbar sind, wobei für eine minimale Verzugszeit  $\tau_{\min}$  und eine maximale Verzugszeit  $\tau_{\max}$  in Bezug auf eine zu unterdrückende Brennkammerdruckschwankung der Frequenz  $f$  gilt:  $\tau_{\max} - \tau_{\min} > 1/f$ .

**[0013]** Durch die Bedingung ist gewährleistet, dass zumindest im Frequenzbereich der zu unterdrückenden Brennkammerdruckschwankung durch diese hervorgerufene Dichteschwankungen in dem durch die gestufte Zuführung zugeführten Fluid effektiv abgeschwächt werden. Bei der gestuften Zuführung handelt es sich um die gestufte Luftzuführung. Sofern noch weiterer in die Vormischpassage einmündende Zuführungen gestuft ausgebildet sind, kann die Bedingung auch für diese Zuführungen gelten. Die in der Bedingung angegebene minimale und maximale Verzugszeit bezieht sich auf die kürzeste bzw. die längste der Verzugszeiten, die den Auslassöffnungen einer Zuführung zugeordnet sind.

**[0014]** Es kann auch als vorteilhaft betrachtet werden, dass die in die Vormischpassage einmündenden Auslassöffnungen der gestuften Zuführung derart angeordnet sind, dass durch mindestens eine Vorzugs-Brennkammerdruckschwankung der Frequenz  $f$  hervorgerufene Dichteschwankungen in dem durch die Auslassöffnungen zugeführten Fluid sich in der Vormischpassage aufgrund der den Auslassöffnungen zugeordneten unterschiedlichen Verzugszeiten derart überlagern, dass diese sich im Wesentlichen gegenseitig aufheben.

**[0015]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Brenneranordnung im Bereich einer zweiten axialen Stufe angeordnet ist mit mindestens einer in die Verbrennungszone einmündenden Vormischpassage, wobei die Verbrennungszone stromab auf eine erste Verbrennungszone mit einer ersten Brenneranordnung folgt.

**[0016]** Mittels einer zweiten axialen Stufe kann die Wärmefreisetzung über den gesamten zur Verfügung stehenden Brennraum weiter verteilt werden, so dass die Neigung des Verbrennungssystems zu thermoakustischen Instabilitäten weiter verringert ist. Zudem ist eine gestufte Luftzuführung zu mindestens einer Vormischpassage der Brenneranordnung der zweiten axialen Stufe apparativ besonders einfach zu realisieren.

**[0017]** Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung kann vorsehen, dass die Brenneranordnung einen außen um ein Brennkammergehäuse herum angeordneten Brennstoffverteillerring und eine Vielzahl an Vormischpassagen umfasst, wobei die Vormischpassagen mit ihrem einen Ende in das Brennkammergehäuse hinein in die Verbrennungszone münden und mit mindestens einer von dem Brennstoffverteillerring abzweigenden Brennstoffzuführung korrespondieren, wobei mindestens entlang einer der Vormischpassagen Auslassöffnungen einer gestuften Luftzuführung verteilt angeordnet sind.

**[0018]** Diese gestufte Luftzuführung zu mindestens einer Vormischpassage der Brenneranordnung der zweiten axialen Stufe ist apparativ besonders einfach zu rea-

lisieren. Die Vormischpassagen können beispielsweise schlauchförmig ausgebildet sein, wobei ganz allgemein für die vorliegende Erfindung gilt, dass die Lage der Luftauslassöffnungen entlang der Vormischpassagen bzw. die korrespondierenden Verzugszeiten zu diesen an die Frequenz der zu unterdrückenden Brennkammerdruckschwankungen anpassbar sein können. Beispielsweise kann die schlauchförmige Vormischpassage aus einem elastischen Material bestehen, dessen Länge - und damit auch die zu den Auslassöffnungen korrespondierenden Verzugszeiten - an eine zu unterdrückende Frequenz anpassbar ist.

**[0019]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Gasturbine mit mindestens einer eingangs genannten Brennkammer anzugeben, welche eine besonders effektive Dämpfung von Brennkammerdruckschwankungen ermöglicht.

**[0020]** Hierzu weist die Gasturbine mindestens eine Brennkammer auf, welche nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ausgebildet ist.

**[0021]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine von der eingangs genannten Brennkammer umfasste Brenneranordnung anzugeben, welche eine besonders effektive Dämpfung von Brennkammerdruckschwankungen ermöglicht.

**[0022]** Hierzu ist die Brenneranordnung Bestandteil der Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

**[0023]** Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figur der Zeichnung, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleich wirkende Bauteile verweisen.

**[0024]** Dabei zeigt die

Fig.1 eine schematische Schnittansicht einer Gasturbine nach dem Stand der Technik,

Fig.2 einen Ausschnitt einer Brennkammer mit zweiter axialer Stufe gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer schematischen Schnittansicht, und

Fig.3 eine Detailansicht des in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiels im Bereich der gestuften Luftzuführung in einer schematischen Schnittansicht.

**[0025]** Die Figur 1 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Gasturbine 1 nach dem Stand der Technik. Die Gasturbine 1 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 2 drehgelagerten Rotor 3 mit einer Welle 4 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 6, ein Verdichter 8, ein Verbrennungssystem 9 mit einer Anzahl an Brennkammern 10, die jeweils eine Brenneranordnung 11 und ein Brennkammergehäuses 12 umfassen, eine Turbine 14 und ein Abgasgehäuse 15.

**[0026]** Das Verbrennungssystem 9 kommuniziert mit

einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal. Dort bilden mehrere hintereinander geschaltete Turbinenstufen die Turbine 14. Jede Turbinenstufe ist aus Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums gesehen folgt im Heißkanal einer aus Leitschaufeln 17 gebildeten Reihe eine aus Laufschaufeln 18 gebildete Reihe. Die Leitschaufeln 17 sind dabei an einem Innengehäuse eines Stators 19 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 18 einer Reihe beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe am Rotor 3 angebracht sind. An dem Rotor 3 angekoppelt ist beispielsweise ein Generator (nicht dargestellt).

**[0027]** Während des Betriebes der Gasturbine wird vom Verdichter 8 durch das Ansauggehäuse 6 Luft angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 8 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu dem Verbrennungssystem 9 geführt und dort im Bereich der Brenneranordnung 11 mit einem Brennstoff vermischt. Das Gemisch wird dann mit Hilfe der Brenneranordnung 11 unter Bildung eines Arbeitsgasstromes im Verbrennungssystem 9 verbrannt. Von dort strömt der Arbeitsgasstrom entlang des Heißgaskanals an den Leitschaufeln 17 und den Laufschaufeln 18 vorbei. An den Laufschaufeln 18 entspannt sich der Arbeitsgasstrom impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 18 den Rotor 3 antreiben und dieser den an ihn angekoppelten Generator (nicht dargestellt).

**[0028]** Die Figur 2 zeigt einen Ausschnitt einer Brennkammer 20 einer Gasturbine gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Brennkammer 20 weist ein Brennkammergehäuse 21 auf, welches rotations-symmetrisch um eine Achse 22 ausgebildet ist. In dem Brennkammergehäuse 21 befindet sich eine erste Verbrennungszone 23 und eine zweite Verbrennungszone 24, wobei die zweite Verbrennungszone 24 stromab - in Bezug auf eine Hauptströmungsrichtung 26 - auf die erste Verbrennungszone 23 folgt. Die Brennkammer 20 umfasst eine erste Brenneranordnung (nicht dargestellt) und eine zweite Brenneranordnung 28 zur Verbrennung eines Brennstoff/Luft-Gemisches in der zweiten Verbrennungszone 24. Die zweite Brenneranordnung 28 umfasst eine in die zweite Verbrennungszone 24 mündende Vormischpassage 29 zur Bereitstellung eines Brennstoff/Luft-Gemisches, wobei in die Vormischpassage 29 eine von der zweiten Brenneranordnung 28 umfasste Luftzuführung 32 und eine Brennstoffzuführung 33 einmündet, wobei die Luftzuführung 32 gestuft ausgebildet ist, so dass den in die Vormischpassage 29 mündenden Auslassöffnungen 34 der gestuften Luftzuführung 32 unterschiedliche Verzugszeiten zuordenbar sind.

**[0029]** Die zweite Brenneranordnung 28 ist somit im Bereich einer zweiten axialen Stufe angeordnet. Die zweite Brenneranordnung 28 umfasst einen außen um das Brennkammergehäuse 21 herum angeordneten Brennstoffverteillerring 36 und eine Vielzahl an Vormischpassagen 29, wobei die Vormischpassagen 29 mit ihrem einen Ende 37 in das Brennkammergehäuse 21 hinein in die zweite Verbrennungszone 24 münden und jeweils

mit einer von dem Brennstoffverteillerring 36 abzweigenden Brennstoffzuführung 33 korrespondieren, wobei entlang mindestens einer der Vormischpassagen 29 Auslassöffnungen 34 einer gestuften Luftzuführung 32 verteilt angeordnet sind.

**[0030]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung kann jede der Vormischpassagen 29 der zweiten Brenneranordnung 28 eine gestufte Luftzuführung 32 aufweisen.

**[0031]** Der durch die Brennstoffzuführung 33 in die Vormischpassage 29 eingedüste Brennstoff vermischt sich mit der durch die Auslassöffnungen 34 in die Vormischpassage 29 eintretenden Luft, so dass ein Brennstoff/Luft-Gemisch in Strömungsrichtung 39 entlang der Vormischpassage strömt. Ein aus einer Auslassöffnung 34 austretendes Luftvolumen wird sich mit dem Brennstoff vermischen und hierbei ausgehend von der Lage der Auslassöffnung 34 eine Zeitdauer benötigen, um in die Verbrennungszone 24 zu gelangen. Diese Zeitdauer wird mit Verzugszeit bezeichnet und bestimmt sich aus der Zeit, die ein in die Vormischpassage eintretendes Fluidelement benötigt, um zur Verbrennungszone zu gelangen. Die entlang der Vormischpassage 29 angeordneten Auslassöffnungen 34 korrespondieren aufgrund ihrer unterschiedlichen Anordnung in der Vormischpassage 29 mit unterschiedlichen Verzugszeiten. Jeder der Auslassöffnungen 34 in der Vormischpassage 29 sind somit unterschiedliche Verzugszeiten zuordenbar.

**[0032]** Die Figur 3 zeigt eine Detailansicht der in Figur 2 dargestellten erfindungsgemäßen Brennkammer gemäß einem Ausführungsbeispiel im Bereich der zweiten Brenneranordnung einer zweiten axialen Stufe. Dargestellt ist ein Abschnitt des Brennkammergehäuses 21, welches eine erste Verbrennungszone 23 (teilweise dargestellt) und eine sich an diese stromabwärts anschließende zweite Verbrennungszone 24 (teilweise dargestellt) umschließt, wobei eine von der zweiten Brenneranordnung umfasste Vormischpassage 29 zur Bereitstellung eines Brennstoff/Luft-Gemisches in die zweite Verbrennungszone 24 einmündet. In die schlauchförmig ausgebildete Vormischpassage 29 mündet eine Brennstoffzuführung 33 zur Eindüsung von Brennstoff 35 in die Vormischpassage 29 und eine Luftzuführung 32, welche gestuft ausgebildet ist. Die gestuft ausgebildete Luftzuführung 32 umfasst in die Vormischpassage 29 mündenden Auslassöffnungen 34a, 34b, 34c zur Zuführung von Luft 40, wobei den Auslassöffnungen 34a, 34b, 34c unterschiedliche Verzugszeiten  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ , zuordenbar sind. Beispielsweise wird ein aus der Auslassöffnung 34a austretendes Luftvolumen sich mit dem durch die Brennstoffzuführung 33 eingedüsten vorbeiströmenden Brennstoff 35 vermischen und hierbei ausgehend von der Lage der Auslassöffnung 34a eine Zeitdauer  $\tau_1$  benötigen, um in die zweite Verbrennungszone 24 zu gelangen. Zur Dämpfung bzw. Unterdrückung einer Brennkammerdruckschwankung der Frequenz  $f$  kann die Lage der Auslassöffnungen 34a, 34b und 34c vorteilhafter Weise derart gewählt sein, dass  $\tau_1 - \tau_3 > 1/f$ . Die durch die Brennkam-

merdruckschwankung der Frequenz  $f$  in den Auslassöffnungen hervorgerufenen Dichteschwankungen der Luft können sich bei der Zündung des Brennstoff/Luft-Gemisches in der zweiten Verbrennungszone 24 aufgrund der unterschiedlichen Verzugszeiten  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ , derart überlagern, dass diese Dichteschwankungen sich im Wesentlichen gegenseitig aufheben. Hierzu kann die Anordnung der Auslassöffnungen 34a, 34b, 34c entlang der Vormischpassage 29 entsprechend gewählt werden. Bei der Brennkammerdruckschwankung der Frequenz  $f$  kann es sich um eine aufgrund der Ausgestaltung der Brennkammer bevorzugt anregbare Brennkammerdruckschwankung handeln. Diese kann auch mit Vorzugs-Brennkammerdruckschwankung bezeichnet werden. Eine Weiterbildung des dargestellten Ausführungsbeispiels kann auch vorsehen, dass die Brennstoffzuführung 33 ebenfalls gestuft ausgebildet ist (hier nicht dargestellt).

## Patentansprüche

1. Brennkammer (10,20) für eine Gasturbine (1) mit
  - mindestens einer Verbrennungszone (23,24) und
  - mindestens einer Brenneranordnung (11,28) zur Verbrennung eines Brennstoff/Luft-Gemisches in der Verbrennungszone (23, 24),
  - wobei die Brenneranordnung (11,28) mindestens eine in die Verbrennungszone (23, 24) mündende Vormischpassage (29) zur Bereitstellung eines Brennstoff/Luft-Gemisches umfasst, und in die Vormischpassage (29) eine von der Brenneranordnung (11, 28) umfasste Luftzuführung (32) und mindestens eine Brennstoffzuführung (33) einmündet, ,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftzuführung (32) gestuft ausgebildet ist, so dass in die Vormischpassage (29) mündenden Auslassöffnungen (34, 34a, 34b, 34c) der gestuften Luftzuführung unterschiedliche Verzugszeiten ( $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ ) zuordenbar sind.
2. Brennkammer (10,20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu der gestuft ausgebildeten Luftzuführung (32) eine in die Vormischpassage (29) einmündende und mit gasförmigem Brennstoff beaufschlagbare Brennstoffzuführung ebenfalls gestuft ausgebildet ist.
3. Brennkammer (10, 20) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Auslassöffnungen (34, 34a, 34b, 34c) der gestuften Zuführung (32) Verzugszeiten ( $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ ) zuordenbar sind, wobei für eine minimale Verzugszeit  $\tau_{\min}$  und eine maximale Verzugszeit  $\tau_{\max}$  in Bezug auf eine zu unterdrücken-

de Brennkammerdruckschwankung der Frequenz  $f$   
gilt:  $\tau_{\max} - \tau_{\min} > 1/f$ .

4. Brennkammer (10,20) nach einem der vorangehenden Ansprüche, 5  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die in die Vormischpassage (29) einmündenden Auslassöffnungen (34, 34a, 34b, 34c) der gestuften Zuführung (32) derart angeordnet sind, dass durch mindestens eine Vorzugs-Brennkammerdruckschwankung der Frequenz  $f'$  hervorgerufene Dichteschwankungen in dem durch die Auslassöffnungen (34a, 34b, 34c) zugeführten Fluid sich in der Vormischpassage (29) aufgrund der den Auslassöffnungen (34, 34a, 34b, 34c) zugeordneten unterschiedlichen Verzugszeiten ( $\tau_1, \tau_2, \tau_3$ ) derart überlagern, dass diese sich im Wesentlichen gegenseitig aufheben. 10  
15
  
5. Brennkammer (10, 20) nach einem der vorangehenden Ansprüche, 20  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenneranordnung (28) im Bereich einer zweiten axialen Stufe angeordnet ist mit mindestens einer in die Verbrennungszone (24) einmündenden Vormischpassage (29), wobei die Verbrennungszone (24) stromab auf eine erste Verbrennungszone (23) mit einer ersten Brenneranordnung (11) folgt. 25
  
6. Brennkammer (10, 20) nach Anspruch 5, 30  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenneranordnung (28) einen außen um ein Brennkammergehäuse (12, 21) herum angeordneten Brennstoffverteiler (36) und eine Vielzahl an Vormischpassagen (29) umfasst, wobei die Vormischpassagen (29) mit ihrem einen Ende in das Brennkammergehäuse (12, 21) hinein in die Verbrennungszone (24) münden und mit mindestens einer von dem Brennstoffverteiler (36) abzweigenden Brennstoffzuführung (33) korrespondieren, wobei mindestens entlang einer der Vormischpassagen (29) Auslassöffnungen (34, 34a, 34b, 34c) einer gestuften Luftzuführung (32) verteilt angeordnet sind. 35  
40
  
7. Gasturbine (1) mit mindestens einer Brennkammer (10, 20), **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Brennkammer (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ausgebildet ist. 45
  
8. Brenneranordnung (28) für eine Gasturbine (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Bestandteil der Brennkammer (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ist. 50

55

**FIG 1**  
(Stand der Technik)

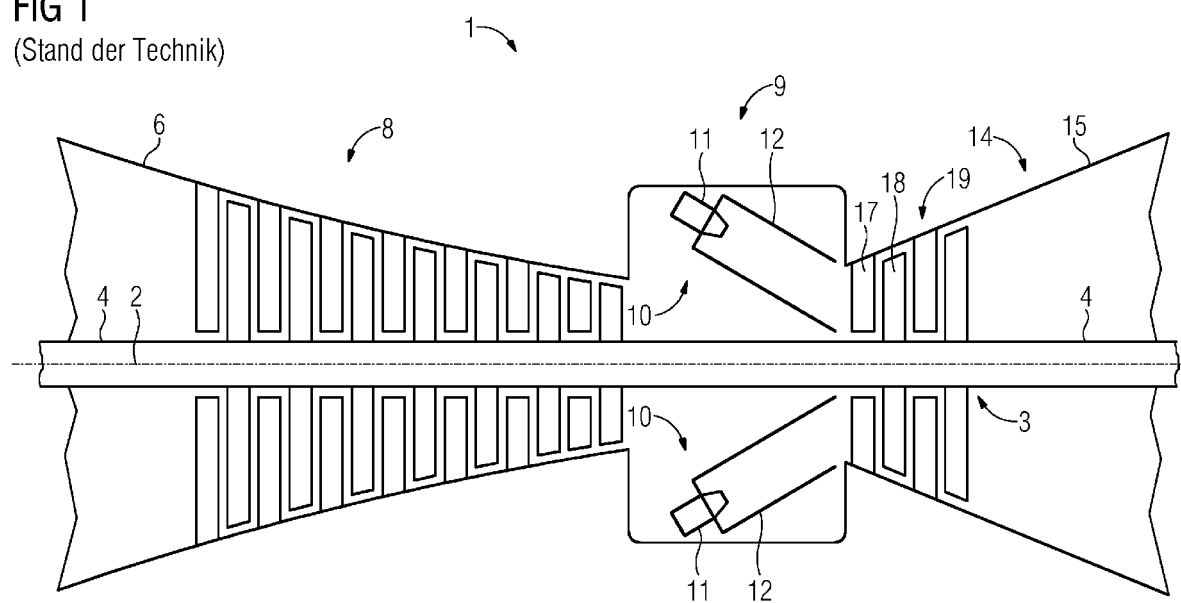


FIG 2

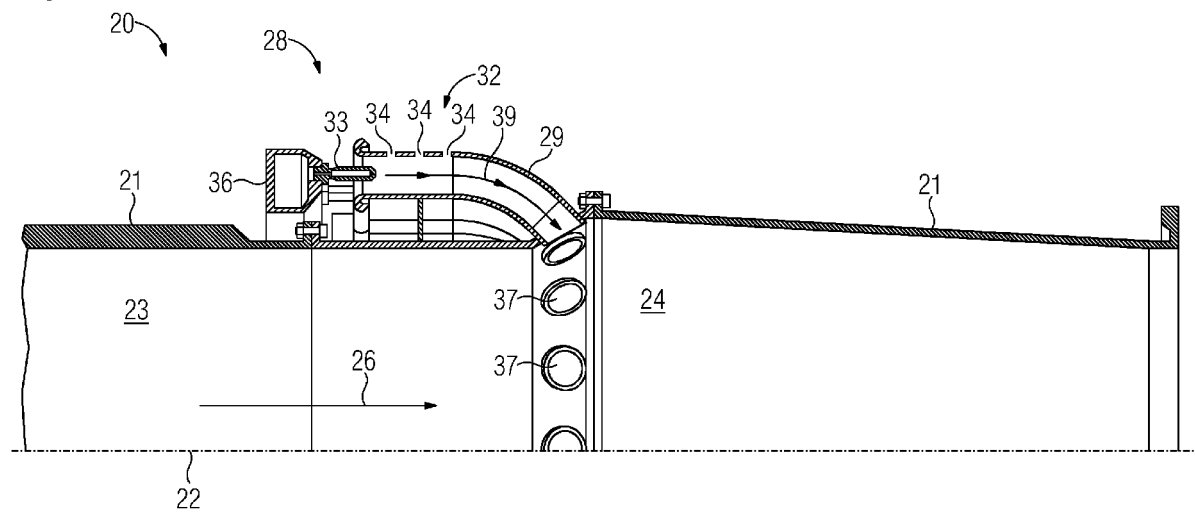
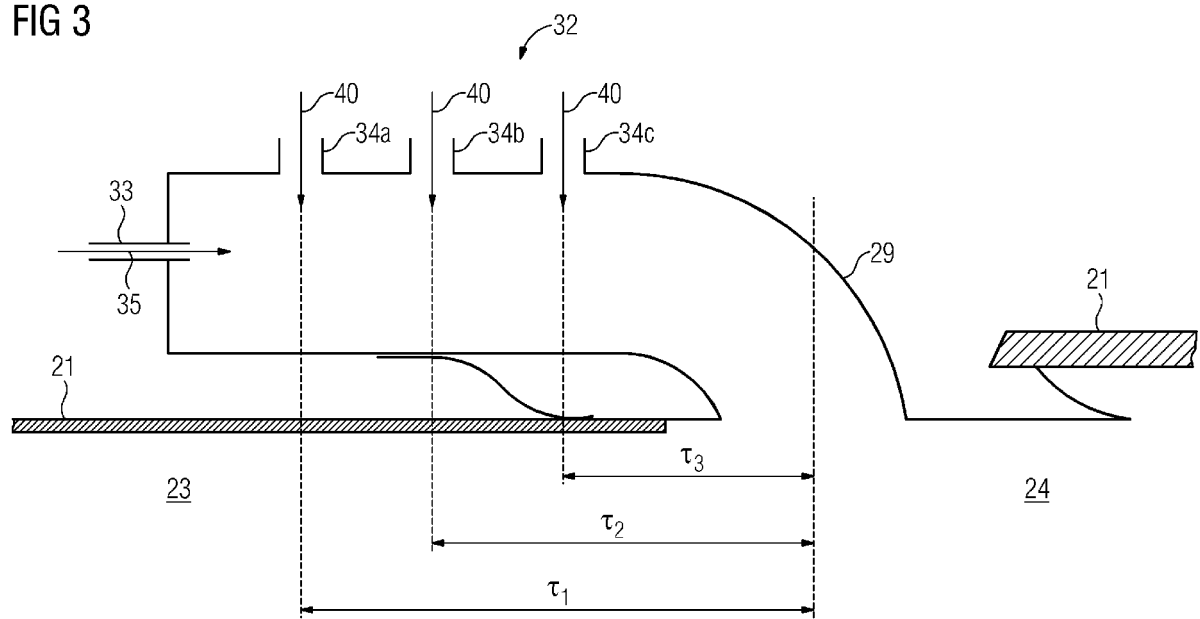




FIG 3





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 11 18 7285

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 078 898 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15. Juli 2009 (2009-07-15)	1,3,4,7,8	INV. F23R3/28
Y	* Spalte 1, Absatz 1 * * Spalte 1, Absatz 6 - Absatz 8 * * Spalte 8, Absatz 36 - Spalte 9, Absatz 42 * * Abbildungen 5-7 *	5,6	F23R3/34
X	EP 2 236 932 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6. Oktober 2010 (2010-10-06) * Spalte 1, Absatz 1 - Absatz 2 * * Spalte 6, Absatz 29 - Spalte 7, Absatz 36 * * Abbildung 4 *	1,2,7,8	
Y	EP 1 493 972 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5. Januar 2005 (2005-01-05) * Spalte 6, Absatz 24 - Absatz 26 * * Abbildung 2 *	5,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Februar 2012	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 18 7285

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

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

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-02-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 2078898	A1	15-07-2009	EP	2078898 A1	15-07-2009
			EP	2232147 A1	29-09-2010
			US	2010323309 A1	23-12-2010
			WO	2009086943 A1	16-07-2009
-----					
EP 2236932	A1	06-10-2010	EP	2236932 A1	06-10-2010
			EP	2409087 A2	25-01-2012
			US	2012000203 A1	05-01-2012
			WO	2010106034 A2	23-09-2010
-----					
EP 1493972	A1	05-01-2005	EP	1493972 A1	05-01-2005
			EP	1642065 A1	05-04-2006
			WO	2005003634 A1	13-01-2005
-----					

EPO FORM P0461

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