

(19)



(11)

EP 3 421 885 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2019 Patentblatt 2019/01

(51) Int Cl.:
F23D 17/00 ^(2006.01) **F23R 3/34** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18176189.1**

(22) Anmeldetag: **06.06.2018**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **MAN Diesel & Turbo SE**
86153 Augsburg (DE)

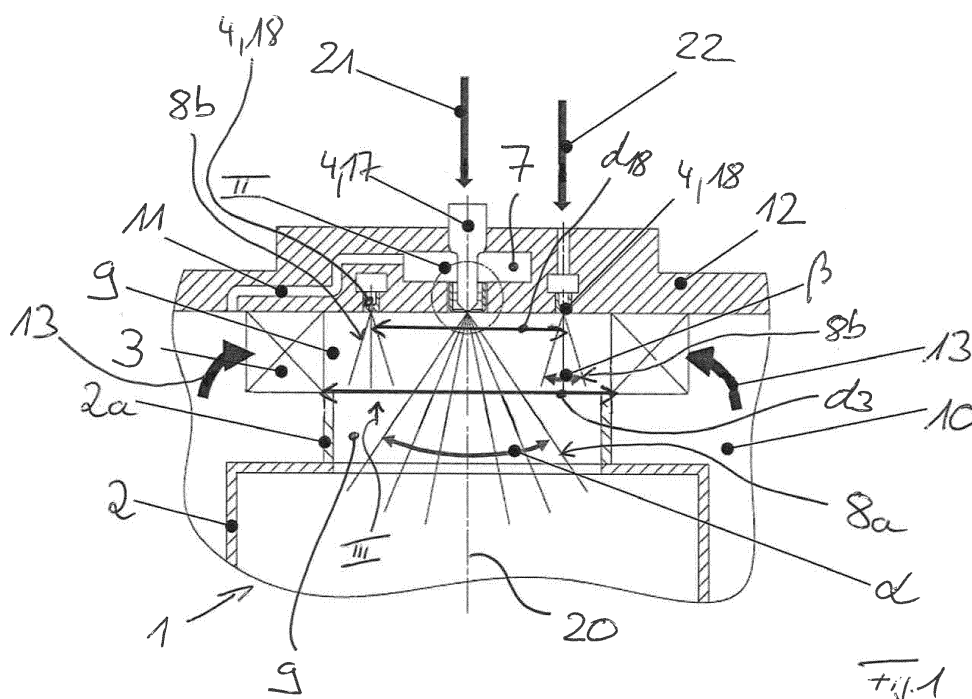
(72) Erfinder:
• **Reiß, Frank**
79787 Lauchringen (DE)
• **Cosic, Bernhard**
40225 Düsseldorf (DE)
• **Tea-Kempf, Gabrielle**
45219 Essen (DE)

(30) Priorität: **28.06.2017 DE 102017114362**

(54) **BRENNKAMMER EINER GASTURBINE, GASTURBINE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN DERSELBEN**

(57) Brennkammer (1) einer Gasturbine, zur Verbrennung eines Kraftstoffs unter Anwesenheit von Verbrennungsluft, wobei die Brennkammer (1) als Dual-Fuel-Brennkammer ausgebildet ist, der in einem Gaskraftstoffbetriebsmodus ein Gemisch aus einem gasförmigen Kraftstoff und Verbrennungsluft über einen Drallkörper (3) zuführbar ist, und der in einem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus über eine Zerstäubungseinrichtung (4) einen flüssigen Kraftstoff und über den Drallkörper (3) Verbrennungsluft zuführbar ist. Die Zerstäubungseinrichtung (4)

weist eine bezogen auf eine Längsmittelachse (20) der Brennkammer (1) oder bezogen auf eine Längsmittelachse (20) einer Vorkammer (9) der Brennkammer (1) zentrale Zerstäubungslanze (17) mit mindestens einer Zerstäubungsdüse (15, 16) auf. Ferner weist die Zerstäubungseinrichtung (4) mehrere bezogen auf die Längsmittelachse (20) der Brennkammer (1) oder bezogen auf die Längsmittelachse (20) der Vorkammer (9) der Brennkammer (1) dezentrale Zerstäubungsdüsen (18) auf.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkammer einer Gasturbine nach dem Oberbegriff des Anspruch 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Gasturbine mit einer solchen Brennkammer und ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Gasturbine.

[0002] Gasturbinen verfügen über eine Brennkammer sowie über eine der Brennkammer nachgeordnete Turbine. In der Brennkammer einer Gasturbine wird ein Kraftstoff verbrannt und hierbei heißes Abgas erzeugt. Das heiße Abgas wird in der Turbine der Gasturbine entspannt, um hierbei Energie zu gewinnen, die dazu dienen kann, Antriebsleistung bereitzustellen, um zum Beispiel zur Erzeugung von elektrischem Strom einen Generator anzutreiben. Aus der Praxis sind bereits als Dual-Fuel-Gasturbinen ausgebildete Gasturbinen bekannt, wobei solche Dual-Fuel-Gasturbinen eine Dual-Fuel-Brennkammer umfassen, in der in einem Gaskraftstoffbetriebsmodus ein gasförmiger Kraftstoff und in einem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus ein flüssiger Kraftstoff verbrannt wird. In dem Gaskraftstoffbetriebsmodus ist ein Gemisch aus einem gasförmigen Kraftstoff und Verbrennungsluft über einen Drallkörper der Brennkammer zuführbar. In dem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus ist der Brennkammer der Gasturbine der flüssige Kraftstoff über eine Zerstäubungseinrichtung und die Verbrennungsluft über den Drallkörper zuführbar.

[0003] Es besteht Bedarf daran, als Dual-Fuel-Brennkammern ausgebildete Brennkammern einer Gasturbine dahingehend weiter zu verbessern, dass insbesondere im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus der flüssige Kraftstoff effektiver verbrannt werden kann, und zwar unter Reduzierung von unerwünschten Abgasemissionen wie Stickoxidemissionen.

[0004] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine neuartige Brennkammer einer Gasturbine, eine Gasturbine einer solchen Brennkammer und ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Gasturbine zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Brennkammer einer Gasturbine nach Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß weist die Zerstäubungseinrichtung eine bezogen auf eine Längsmittelachse der Brennkammer oder bezogen auf eine Längsmittelachse einer Vorkammer der Brennkammer zentrale Zerstäubungslanze mit mindestens einer Zerstäubungsdüse auf. Die Zerstäubungseinrichtung weist ferner mehrere bezogen auf die Längsmittelachse der Brennkammer oder bezogen auf die Längsmittelachse der Vorkammer der Brennkammer dezentrale Zerstäubungsdüsen auf.

[0006] Über die zentrale Zerstäubungslanze, die mindestens eine Zerstäubungsdüse umfasst, sowie über die mehreren dezentralen Zerstäubungsdüsen kann im Flüssigkraftstoff-Betriebsmodus der flüssige Kraftstoff optimal in die Brennkammer eingebracht werden, um eine effektive Verbrennung des flüssigen Kraftstoffs zu gewährleisten. Über die zentrale Zerstäubungslanze kann

der flüssige Kraftstoff direkt in eine zentrale Rezirkulationszone innerhalb der Brennkammer oder der Vorkammer der Brennkammer eingebracht werden, wodurch eine stabile Verbrennung erreicht werden kann. Das Einbringen des Kraftstoffs über die zentrale Zerstäubungslanze erfolgt dabei nicht homogen zur Verbrennungsluft, es erfolgt hier keine Vormischung von flüssigem Kraftstoff und Verbrennungsluft. Über die dezentralen Zerstäubungsdüsen kann der flüssige Kraftstoff homogen in der Verbrennungsluft verteilt werden. Ferner wird durch die dezentralen Zerstäubungsdüsen eine Teilvormischung von flüssigem Kraftstoff und Verbrennungsluft erreicht. Durch die dezentralen Zerstäubungsdüsen können im Vergleich zur zentralen Zerstäubungslanze Abgasemissionen, insbesondere Stickoxidemissionen, reduziert werden.

[0007] Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind die dezentralen Zerstäubungsdüsen auf einer sich um die Längsmittelachse der Brennkammer oder um die Längsmittelachse der Vorkammer der Brennkammer erstreckenden Kreisbahn positioniert. Vorzugsweise ist ein Mittelpunkt der Kreisbahn, auf welcher die dezentrale Zerstäubungsdüse positioniert ist, auf der Längsmittelachse der Brennkammer oder der Vorkammer der Brennkammer positioniert. Vorzugsweise beträgt ein Radius der Kreisbahn, auf welcher die dezentralen Zerstäubungsdüsen positioniert sind, zwischen dem 0,4-fachen und 1,1-fachen eines Innenradius des Drallkörpers. Über solche dezentralen Zerstäubungsdüsen kann der flüssige Kraftstoff unter Bereitstellung einer homogenen Verteilung desselben mit der Verbrennungsluft sowie im Hinblick auf eine Vormischung desselben mit der Verbrennungsluft optimal in die Brennkammer eingebracht werden, um Abgasemissionen wie Stickoxidemissionen möglichst stark zu reduzieren.

[0008] Nach einer Weiterbildung der Erfindung weist die zentrale Zerstäubungslanze mindestens zwei, vorzugsweise zwei, Zerstäubungsdüsen auf, die alleine und gemeinsam jeweils einen Zerstäubungskegel mit einem maximalen Sprühwinkel von 60°, vorzugsweise von maximal 55°, bereitstellen. Jeder der dezentralen Zerstäubungsdüsen stellt jeweils einen Zerstäubungskegel mit einem maximalen Sprühwinkel von 40°, vorzugsweise von maximal 30°, bereit. Hiermit kann vermieden werden, dass Wände der Brennkammer sowie der Vorkammer der Brennkammer mit flüssigem Kraftstoff benetzt werden. Insbesondere dient dies der effektiven Verbrennung des flüssigen Kraftstoffs unter Reduzierung von Abgasemissionen.

[0009] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist die zentrale Zerstäubungslanze unter Ausbildung eines Radialspalts radial außen von einem angrenzenden Bauteil zumindest abschnittsweise umgeben, wobei der Brennkammer über den Radialspalt Verbrennungsluft unter Umgehung des Drallkörpers zuführbar ist. Auch hiermit kann bei Verwendung der zentralen Zerstäubungslanze für das Einbringen des flüssigen Kraftstoffs in die Brennkammer oder Vorkammer der Brennkammer eine effek-

tive Verbrennung des flüssigen Kraftstoffs im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus unter Reduzierung von insbesondere Stickoxidemissionen gewährleistet werden.

[0010] Die erfindungsgemäße Gasturbine ist in Anspruch 9 und das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben derselben ist in Anspruch 10 definiert.

[0011] Nach einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in dem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus sowohl die zentrale Zerstäubungslanze als auch die dezentralen Zerstäubungsdüsen im gesamten Betriebsbereich zwischen Leerlauf und Vollast genutzt, um der Brennkammer den flüssigen Kraftstoff zuzuführen. Diese Betriebsvariante der Erfindung eignet sich dann, wenn die zu betreibende Gasturbine schnelle Lastwechsel ausführen soll, da dann einzelne Einspritzdüsen nicht eingeschaltet bzw. ausgeschaltet werden müssen. Spülprozeduren, wie sie beim Ausschalten einzelner Zerstäubungsdüsen erforderlich sind, können so vermieden werden. Abgasemissionen können im Vergleich zu Gasturbinen, deren Brennkammern nur eine zentrale Zerstäubungslanze aufweisen, reduziert werden.

[0012] Nach einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in dem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus in einem Betriebsbereich unterhalb einer vorgegebenen Lastgrenze sowohl die zentrale Zerstäubungslanze als auch die dezentralen Zerstäubungsdüsen genutzt, um der Brennkammer flüssigen Kraftstoff zuzuführen, wohingegen in einem Betriebsbereich oberhalb der vorgegebenen Lastgrenze ausschließlich die dezentralen Zerstäubungsdüsen genutzt werden, um der Brennkammer den flüssigen Kraftstoff zuzuführen. Diese Betriebsvariante der Erfindung dient der weiteren Reduzierung von Abgasemissionen, insbesondere Stickoxidemissionen. In einem oberen Lastbereich wird die zentrale Zerstäubungslanze zum Einbringen des flüssigen Kraftstoffs nicht weiter genutzt, vielmehr erfolgt im oberen Lastbereich des Einbringen des flüssigen Kraftstoffs ausschließlich unter Verwendung der dezentralen Zerstäubungsdüsen. Hierdurch können Abgasemissionen wie Stickoxidemissionen weiter reduziert werden, nämlich im Betriebsbereich hoher Lasten.

[0013] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 einen stark schematisierten Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Brennkammer einer erfindungsgemäßen Gasturbine;
- Fig. 2 das Detail II der Fig. 1;
- Fig. 3 ein Detail der Fig. 1 in Blickrichtung III;
- Fig. 4 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines ersten erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der erfindungsgemäßen Gasturbine; und
- Fig. 5 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der erfindungsgemäßen Gasturbine.

[0014] Die Erfindung betrifft eine Brennkammer einer Gasturbine, eine Gasturbine mit einer solchen Brennkammer und ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Gasturbine.

[0015] Fig. 1 zeigt einen schematisierten Ausschnitt aus einer Gasturbine im Bereich einer Brennkammer 1. Die Brennkammer 1 wird von einer Wand 2 begrenzt, wobei in der Brennkammer 1 ein Kraftstoff verbrannt wird. Bei der Verbrennung des Kraftstoffs in der Brennkammer 1 entstehendes Abgas ist einer nicht gezeigten Turbine der Gasturbine zuführbar, um das Abgas in der Turbine zu entspannen und hierbei Energie zu gewinnen.

[0016] Die Brennkammer 1 ist als Dual-Fuel-Brennkammer ausgebildet, die einerseits in einem Gaskraftstoffbetriebsmodus und andererseits in einem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus betrieben werden kann.

[0017] Im Gaskraftstoffbetriebsmodus der Brennkammer 1 wird in derselben ein gasförmiger Kraftstoff verbrannt, wobei ein Gemisch aus dem gasförmigen Kraftstoff und Verbrennungsluft der Brennkammer 1, in Fig. 1 einer Vorkammer 9 der Brennkammer 1, über einen Drallkörper 3 zugeführt wird.

[0018] Der Drallkörper 3 ist vorzugsweise als Radialdrallkörper ausgeführt und erzeugt einen definierten Drall des in die Vorkammer 9 der Brennkammer 1 eintretenden Gemischs aus Verbrennungsluft und gasförmigem Kraftstoff. Das Gemisch aus dem gasförmigen Kraftstoff und der Verbrennungsluft wird im Gaskraftstoffbetriebsmodus mit Hilfe einer nicht gezeigten elektrischen Zündeinrichtung gezündet.

[0019] Im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus der Brennkammer 1 wird in derselben ein flüssiger Kraftstoff verbrannt, wobei der flüssige Kraftstoff der Brennkammer 1, in Fig. 1 der Vorkammer 9 der Brennkammer 1, mit Hilfe einer Zerstäubungseinrichtung 4 zugeführt wird.

[0020] Die Zerstäubungseinrichtung 4 verfügt über eine zentrale Zerstäubungslanze 17, die in etwa in der Mitte der Vorkammer 9 der Brennkammer 1 bzw. auf einer Längsmittelachse 20 der Vorkammer 9 der Brennkammer 1 positioniert ist und den flüssigen Kraftstoff in Richtung der Längsmittelachse 20 unter Ausbildung eines Zerstäubungskegels bzw. Sprühkegels 8a in die Vorkammer 9 der Brennkammer 1 einspritzt.

[0021] Zusätzlich zu dieser bezogen auf die Längsmittelachse 20 der Brennkammer 1 oder der Vorkammer 9 zentralen Zerstäubungslanze 17 verfügt die Zerstäubungseinrichtung 4 über mehrere bezogen auf die Längsmittelachse 20 der Brennkammer 1 oder Vorkammer 9 dezentrale Zerstäubungsdüsen 18, die flüssigen Kraftstoff ebenfalls in die Vorkammer 9 der Brennkammer 1 einspritzen können, und zwar unter Ausbildung eines jeweiligen Sprühkegels 8b.

[0022] Die Zerstäubungseinrichtung 4 verfügt demnach über die zentrale Zerstäubungslanze 17 sowie mehrere dezentrale Zerstäubungsdüsen 18. Die zentrale Zerstäubungslanze 17 weist mindestens eine Zerstäubungsdüse auf, vorzugsweise mehrere Zerstäubungs-

düsen 15, 16 (siehe Fig. 2).

[0023] Fig. 2 zeigt ein Detail der zentralen Zerstäubungslanze 17 der Zerstäubungseinrichtung 4. Zwischen der Zerstäubungslanze 17, die in einer Montagewand 12 der Brennkammer 1 aufgenommen ist, und einem angrenzenden Bauteil 5, das ebenfalls in der Montagewand 12 aufgenommen ist, das sich radial außen an die Zerstäubungslanze 17 der Zerstäubungseinrichtung 4 anschließt und das die Zerstäubungslanze 17 der Zerstäubungseinrichtung 4 radial außen zumindest abschnittsweise umgibt, ist ein Radialspalt 6 ausgebildet, über den ebenfalls Verbrennungsluft der Brennkammer 1, nämlich der Vorkammer 9, zugeführt werden kann, und zwar unter Umgehung des Drallkörpers 3. So visualisiert ein Pfeil 13 (siehe Fig. 1) eine Strömung von Verbrennungsluft über den Drallkörper 3 und ein Pfeil 14 (siehe Fig. 2) eine Strömung von Verbrennungsluft über den Radialspalt 6 zwischen der Zerstäubungslanze 17 und dem Bauteil 5, wobei die Verbrennungsluftströmung über diesen Radialspalt 6 über einen Drallkörper 25 zugeführt wird.

[0024] Dasjenige Bauteil 5, welches zusammen mit der Zerstäubungslanze 17 der Zerstäubungseinrichtung 4 den Ringspalt 6 definiert, ist vorzugsweise als separate Hülse ausgeführt, die mit der Zerstäubungslanze 17 verbunden ist. Im Unterschied hierzu ist es auch möglich, dass die Montagewand 12 selbst das sich radial außen an die Zerstäubungslanze 17 angrenzende Bauteil 5, welches zusammen mit der Zerstäubungslanze 17 den Radialspalt 6 definiert, bereitstellt.

[0025] Die bezogen auf die Längsmittelachse 20 der Brennkammer 1 oder Vorkammer 9 dezentralen Zerstäubungsdüsen 8 der Zerstäubungseinrichtung 4 sind vorzugsweise auf einer Kreisbahn 19 (siehe Fig. 3) positioniert, die sich um die Längsmittelachse 20 der Brennkammer 1 bzw. die Längsmittelachse 20 der Vorkammer 9 der Brennkammer 1 herum erstreckt.

[0026] Ein Mittelpunkt dieser Kreisbahn 19, auf welcher die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 positioniert sind, ist dabei auf der Längsmittelachse 20 positioniert. Die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 umgeben demnach die zentrale Zerstäubungslanze 17 vorzugsweise konzentrisch.

[0027] Fig. 3 zeigt einen Radius d_{18} der Kreisbahn 19, auf welcher die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 angeordnet sind. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass dieser Radius d_{18} der Kreisbahn 19, auf welcher die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 positioniert sind, zwischen dem 0,4-fachen und dem 1,1-fachen eines Innendurchmessers d_3 des Drallkörpers 3 beträgt. Dann, wenn der Radius d_{18} der Kreisbahn 19, auf welchem die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 angeordnet sind, zwischen dem 1,0-fachen und dem 1,1-fachen des Innendurchmessers d_3 des Drallkörpers 3 beträgt, überdecken die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 zumindest teilweise den Drallkörper 3 im Bereich seines Austrittsbereichs.

[0028] Die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 können auch auf mehreren vorzugsweise konzentrischen

Kreisbahnen oder auf einer Ellipsenbahn oder einem Polygon angeordnet sein.

[0029] Wie bereits ausgeführt, umfasst die zentrale Zerstäubungslanze 17 der Zerstäubungseinrichtung 4 vorzugsweise mehrere Zerstäubungsdüsen, im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 zwei Zerstäubungsdüsen 15, 16, bei welchen es sich vorzugsweise um Drall-Zerstäubungsdüsen handelt. Diesen beiden Zerstäubungsdüsen 15, 16 der zentralen Zerstäubungslanze 17 kann der flüssige Kraftstoff im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus ausgehend von einer gemeinsamen Flüssigkraftstoffzuführung 21 zugeführt werden, wobei der von der Flüssigkraftstoffzuführung 21 geführte Kraftstoff in zwei Flüssigkraftstoffteilzuführungen 21a, 21b aufteilbar ist, um beide Zerstäubungsdüsen 15, 16 der zentralen Zerstäubungslanze 17 mit flüssigem Kraftstoff zu versorgen.

[0030] Die zentrale Zerstäubungslanze 17 mit ihren beiden Zerstäubungsdüsen 15, 16 sprüht den flüssigen Kraftstoff in Richtung auf die Brennkammer 1 mit dem Sprühwinkel α ein, der maximal 60° , vorzugsweise maximal 55° , beträgt. Sowohl dann, wenn beide Zerstäubungsdüsen 15, 16 der Zerstäubungslanze 17 gemeinsam betrieben werden, als auch dann, wenn eine dieser Zerstäubungsdüsen 15, 16 alleine betrieben wird, beträgt der Sprühwinkel α jeweils maximal 60° , vorzugsweise maximal 55° . Dadurch wird sichergestellt, dass weder Wände 2a der Vorkammer 9 noch Wände 2 der Brennkammer 1 mit flüssigem Kraftstoff benetzt werden, wodurch eine effektivere Verbrennung des flüssigen Kraftstoffs bereitgestellt werden kann.

[0031] Wie bereits ausgeführt, kann über den Spalt 6 Verbrennungsluft der Brennkammer 1, insbesondere der Vorkammer 9, zugeführt werden. Die Luftströmung 14, die über diesen Ringspalt 6 geführt wird, dient einerseits dazu, die zentrale Zerstäubungslanze 17 der Zerstäubungseinrichtung 4 zu kühlen, andererseits umgibt diese Luftströmung 14 zumindest teilweise außen den Sprühkegel 8a des flüssigen Kraftstoffs der Zerstäubungslanze 17 und bündelt so denselben.

[0032] Diejenige Verbrennungsluft 14, welche der Brennkammer 1, in Fig. 1 der Vorkammer 9, unter Umgehung des Drallkörpers 3 über den Radialspalt 6 zuführbar ist, beträgt insbesondere zwischen 1 % und 10 % der Verbrennungsluft, welche der Brennkammer über den Drallkörper 3 zuführbar ist.

[0033] Dabei kann die Verbrennungsluftströmung 14 nicht nur im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus der Brennkammer 1 sondern auch im Gaskraftstoffbetriebsmodus der Brennkammer 1 über den Radialspalt 6 zugeführt werden, wobei im Gaskraftstoffbetriebsmodus die Zerstäubungseinrichtung 4, also insbesondere die Zerstäubungslanze 17 derselben, inaktiv ist, sodass dann im Gaskraftstoffbetriebsmodus über die Zerstäubungseinrichtung 4 kein Kraftstoff eingebracht wird, sondern lediglich über den Drallkörper 3.

[0034] Wie bereits ausgeführt, ist die Zerstäubungslanze 17 zentrisch, bezogen auf die Längsmittelachse 20, ausgerichtet, über die Zerstäubungslanze 17 kann

im Flüssigkraftstoff-Betriebsmodus flüssiger Kraftstoff in eine zentrale Rezirkulationszone eingebracht werden. Hierdurch kann eine sehr stabile Verbrennung gewährleistet werden. Das Einbringen des flüssigen Kraftstoffs über die bezogen auf die Längsmittelachse 20 zentrale Zerstäubungslanze 17 erfolgt demnach lokal, also nicht homogen zur Verbrennungsluft, sodass keine Vermischung flüssigem Kraftstoff und Verbrennungsluft erfolgt.

[0035] Wie bereits ausgeführt, umfasst die Brennkammer 1 zusätzlich zur zentralen Zerstäubungslanze 17 mehrere dezentrale Zerstäubungsdüsen 18, die vorzugsweise auf der Kreisbahn 19 angeordnet sind. Diese dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 sind über eine separate Flüssigkraftstoffzuführung 22 (siehe Fig. 1) mit flüssigem Kraftstoff versorgbar, wobei die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 den flüssigen Kraftstoff in etwa in der gleichen Richtung in die Vorkammer 9 bzw. Brennkammer 1 einbringen, wie die zentrale Zerstäubungslanze 17, jedoch mit einem Sprühwinkel β , der kleiner als der Sprühwinkel α ist, wobei der Sprühwinkel β der dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 vorzugsweise maximal 40° , bevorzugt maximal 30° , beträgt.

[0036] Mithilfe der dezentralen Zerstäubungsdüsen 18, die über die Kreisbahn 19 vorzugsweise gleichverteilt sind, wird der Brennstoff unter Ausbildung einer homogenen Verteilung mit der Verbrennungsluft in die Brennkammer 1, insbesondere in die Vorkammer 9 eingebracht, gleichzeitig wird eine Teilvormischung von Verbrennungsluft und flüssigem Kraftstoff bereitgestellt, insbesondere unterstützt dadurch, dass die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 benachbart zum Austritt des Drallkörpers 3 angeordnet sind. Diese Teilvormischung kann verbessert werden, wenn der Radius d_{18} größer als der Radius d_3 ist. So kann der Radius d_{18} zwischen dem 1,0-fachen und dem 1,1-fachen des Radius d_3 betragen.

[0037] Als dezentrale Zerstäubungsdüsen 18 finden vorzugsweise Doppelstrahl-Düsen oder sogenannte Plain-Jets Verwendung. Über die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 wird eine homogene Zufuhr des flüssigen Kraftstoffs zur Verbrennungsluft erreicht, ferner eine Teilvormischung von flüssigem Kraftstoff und Verbrennungsluft.

[0038] Dann, wenn die Brennkammer 1 im Gaskraftstoffbetriebsmodus betrieben werden soll, wird der Brennkammer 1 ein Gas-Verbrennungsluft-Gemisch über den Drallkörper 3 zugeführt.

[0039] Ebenfalls kann im Gaskraftstoffbetriebsmodus Verbrennungsluft über den Ringspalt 6 geführt werden. Die über den Ringspalt 6 geführte Verbrennungsluftströmung 14 wird im Bereich eines Luftraums, eines sogenannten Plenums 10, stromaufwärts des Drallkörpers 3 abgezweigt.

[0040] So zeigt Fig. 1 eine Luftleitung 11, über die vom Plenum 10 Verbrennungsluft abgezweigt werden kann, wobei die vom Plenum 10 über die Luftleitung 11 abgezweigte Verbrennungsluft 14 einer von der Wand 12 ausgebildeten Luftkammer 7 zugeführt wird, um dann aus-

gehend von dieser Luftkammer 7 über den zwischen der Zerstäubungslanze 17 der Zerstäubungseinrichtung 4 und dem angrenzenden Bauteil 5 ausgebildeten Ringspalt 6 in die Vorkammer 9 der Brennkammer 1 eingebracht zu werden.

[0041] Dann, wenn die Brennkammer 1 im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus mit aktiver Zerstäubungseinrichtung 4 betrieben wird, wird der Brennkammer 1 bzw. Vorkammer 9 der flüssige Kraftstoff über die Zerstäubungseinrichtung 4 zugeführt, Verbrennungsluft über den Drallkörper 3 und vorzugsweise über den Ringspalt 6 zwischen der zentralen Zerstäubungslanze 17 und dem Bauteil 5.

[0042] In einer ersten vorteilhaften Betriebsart ist vorgesehen, dass im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus sowohl die zentrale Zerstäubungslanze 17 als auch die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 der Zerstäubungseinrichtung 4 im gesamten Betriebsbereich zwischen Leerlauf und Vollast genutzt werden, um der Brennkammer 1 den flüssigen Kraftstoff zuzuführen.

[0043] Für diesen ersten Betriebsfall sind in Fig. 4 über der Last L der Gasturbine mehrere Kurvenverläufe 21, 22, 23 und 24 gezeigt, wobei der Kurvenverlauf 21 der Flüssigkraftstoffzuführung 21 über die zentrale Zerstäubungslanze 17 entspricht, wobei der Kurvenverlauf 22 die Flüssigkraftstoffzuführung 22 über die dezentrale Zerstäubungsdüsen 18 entspricht, wobei der Kurvenverlauf 23 den Lastanteil an der Gesamtlast L zeigt, der durch die Verbrennung des über die zentrale Zerstäubungslanze 17 eingebrachten Flüssigkraftstoffs bereitgestellt werden kann, und wobei der Kurvenverlauf 24 den Lastanteil an der Gesamtlast L zeigt, der durch die Verbrennung des Kraftstoffs bereitgestellt werden kann, der über die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 in die Brennkammer eingebracht wird.

[0044] So zeigt Fig. 4, dass dann, wenn über den gesamten Lastbereich zwischen 0 % (Leerlauf) und 100 % (Vollast) sowohl über die zentrale Zerstäubungslanze 17 als auch über die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 Kraftstoff der Brennkammer 1 zugeführt wird, im gesamten Betriebsbereich zwischen Leerlauf (0 %) und Vollast (100 %) über die zentrale Zerstäubungslanze 17 (siehe Kurvenverlauf 21) vorzugsweise eine konstante Menge an flüssigem Kraftstoff der Brennkammer 1 zugeführt wird. Die Leistungsmodulation erfolgt dann durch Veränderung des über die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 (siehe Kurvenverlauf 22) in die Brennkammer 1 eingebrachten flüssigen Kraftstoffs, sodass mit zunehmender Lastanforderung L der Lastanteil 23 der zentralen Zerstäubungslanze 17 gegenüber dem Lastanteil der dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 abfällt bzw. der entsprechende Lastanteil 24 der dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 zunimmt.

[0045] Nach diesem Betriebskonzept, bei welchem im gesamten Lastbereich bzw. Betriebsbereich zwischen Leerlauf und Vollast sowohl die zentrale Zerstäubungslanze 17 als auch die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 genutzt werden, um der Brennkammer den flüssigen

Kraftstoff zuzuführen, ist insbesondere vorgesehen, dass beim Beschleunigen der Gasturbine der Verbrennung in der Brennkammer 1 ausschließlich über eine der beiden Zerstäubungsdüsen 15, 16 der Zerstäubungslanze 17 Kraftstoff in die Brennkammer 1 eingebracht wird, und dass nach dem Beschleunigen und nach dem Erreichen einer definierten Drehzahl der Gasturbine beide Zerstäubungsdüsen 15, 16 der Zerstäubungslanze 17 genutzt werden, um den Kraftstoff über die Zerstäubungslanze 17 in die Brennkammer 1 einzubringen.

[0046] Wie bereits ausgeführt, ist über den gesamten Betriebsbereich und damit Lastbereich der Gasturbine nach dem Betriebskonzept der Fig. 4 die über die zentrale Zerstäubungslanze 17 bereitgestellte Kraftstoffmenge konstant, die Leistungsmodulation erfolgt ausschließlich über die Variation der über die dezentrale Zerstäubungsdüsen 18 bereitgestellten Kraftstoffmenge. Dieses Betriebskonzept ist besonders für schnelle Lastwechsel an der Gasturbine geeignet, da dann bis auf den Zündvorgang keine Zerstäubungsdüsen eingeschaltet bzw. ausgeschaltet werden müssen. Auch ist es nicht erforderlich, nach dem Ausschalten von Zerstäubungsdüsen dieselben zu spülen. Dieses Betriebskonzept dient einer sehr robusten und stabilen Verbrennung des flüssigen Kraftstoffs. Es können darüber hinaus geringe Kraftstoffemissionen realisiert werden, insbesondere Stickoxidemissionen von weniger als 150 vppm bezogen auf 15% Sauerstoff.

[0047] Fig. 5 verdeutlicht ein zweites Betriebskonzept der erfindungsgemäßen Brennkammer bzw. der die erfindungsgemäße Brennkammer umfassenden, erfindungsgemäßen Gasturbine. So zeigt Fig. 5, dass sich der Lastbereich L zwischen dem Leerlauf (0 %) und der Volllast (100 %) in zwei Lastbereiche untergliedert, und zwar in einen Lastbereich zwischen Leerlauf (0 %) und einem Grenzwert GW, sowie in einen Lastbereich zwischen einem Grenzwert GW und Volllast (100 %).

[0048] Nach dem zweiten erfindungsgemäßen Betriebskonzept der Fig. 5 wird im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus im Betriebsbereich bzw. Lastbereich unterhalb der vorgegebenen Lastgrenze GW sowohl die zentrale Zerstäubungslanze 17 als auch die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 genutzt, um flüssigen Kraftstoff der Brennkammer 1 zuzuführen. Dabei ist vorzugsweise in diesem Lastbereich die über die zentrale Zerstäubungslanze 17 eingebrachte Kraftstoffmenge (siehe Kurvenverlauf 21) konstant, die Leistungsmodulation erfolgt dann wiederum ausschließlich über die Änderung der über die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 eingebrachten Flüssigkraftstoffmenge (siehe Kurvenverlauf 22).

[0049] Im Lastbereich oberhalb des definierten Grenzwerts GW wird die zentrale Zerstäubungslanze 17 abgeschaltet, sodass dann über dieselbe keinerlei Kraftstoff mehr zugeführt wird, sodass dann im oberen Lastbereich zwischen der Lastgrenze GW und Volllast (100 %) flüssiger Kraftstoff ausschließlich über die dezentralen Zerstäubungsdüsen 18 der Brennkammer 1 zugeführt wird.

[0050] Ein Vorteil dieses zweiten erfindungsgemäßen Betriebskonzepts besteht darin, dass bei Lasten oberhalb der definierten Lastgrenze GW der flüssige Kraftstoff nicht zentral in die Rezirkulationszone der Brennkammer 1 eingebracht wird, sondern ausschließlich dezentral, sodass für den sämtlichen eingebrachten flüssigen Kraftstoff eine homogene Einbringung zur Verbrennungsluft und eine Teilvormischung mit Verbrennungsluft gewährleistet werden kann, wodurch Abgasemissionen, insbesondere Stickoxidemissionen, gegenüber dem Betriebskonzept der Fig. 4 weiter reduziert werden können. Insbesondere können Stickoxidemissionen von weniger als 90 vppm, bezogen auf 15% Sauerstoff, realisiert werden.

Bezugszeichenliste

[0051]

1	Brennkammer
2	Wand
2a	Wand
3	Drallkörper
4	Zerstäubungseinrichtung
5	Bauteil
6	Radialspalt
7	Luftraum
8a	Zerstäubungskegel
8b	Zerstäubungskegel
9	Vorkammer
10	Luftraum / Plenum
11	Luftleitung
12	Wand
13	Verbrennungsluftströmung
14	Verbrennungsluftströmung
15	Zerstäubungsdüse
16	Zerstäubungsdüse
17	Zerstäubungslanze
18	Zerstäubungsdüse
19	Kreisbahn
20	Längsmittelachse
21	Flüssigkraftstoffzuführung
21a	Flüssigkraftstoffteilzuführung
21b	Flüssigkraftstoffteilzuführung
22	Flüssigkraftstoffzuführung
23	Lastanteil
24	Lastanteil
25	Ventil

Patentansprüche

1. Brennkammer (1) einer Gasturbine, zur Verbrennung eines Kraftstoffs unter Anwesenheit von Verbrennungsluft, wobei die Brennkammer (1) als Dual-Fuel-Brennkammer ausgebildet ist, der in einem Gas-kraftstoffbetriebsmodus ein Gemisch aus einem gasförmigen Kraftstoff und Verbrennungsluft über

einen Drallkörper (3) zuführbar ist, und der in einem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus über eine Zerstäubungseinrichtung (4) ein flüssiger Kraftstoff und über den Drallkörper (3) Verbrennungsluft zuführbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zerstäubungseinrichtung (4) eine bezogen auf eine Längsmittelachse (20) der Brennkammer (1) oder bezogen auf eine Längsmittelachse (20) einer Vorkammer (9) der Brennkammer (1) zentrale Zerstäubungslanze (17) mit mindestens einer Zerstäubungsdüse (15, 16) aufweist, die Zerstäubungseinrichtung (4) mehrere bezogen auf die Längsmittelachse (20) der Brennkammer (1) oder bezogen auf die Längsmittelachse (20) der Vorkammer (9) der Brennkammer (1) dezentrale Zerstäubungsdüsen (18) aufweist.

2. Brennkammer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) auf einer sich um die Längsmittelachse (20) der Brennkammer oder um die Längsmittelachse (20) der Vorkammer der Brennkammer erstreckenden Kreisbahn (19) positioniert sind.

3. Brennkammer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittelpunkt der Kreisbahn (19), auf welcher die dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) positioniert sind, auf der Längsmittelachse (20) der Brennkammer (1) oder der Vorkammer (9) der Brennkammer (1) positioniert ist.

4. Brennkammer nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Radius der Kreisbahn (19), auf welcher die dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) positioniert sind, zwischen dem 0,4-fachen und 1,1-fachen eines Innenradius des Drallkörpers (3) beträgt.

5. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die zentrale Zerstäubungslanze (17) mindestens zwei, vorzugsweise zwei, Zerstäubungsdüsen (15, 16) aufweist, die alleine und gemeinsam jeweils einen Zerstäubungskegel (8a) mit einem maximalen Sprühwinkel (α) von 60° bereitstellen, jeder der dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) jeweils einen Zerstäubungskegel (8b) mit einem maximalen Sprühwinkel (β) von 50° bereitstellt.

6. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Zerstäubungslanze (17) unter Ausbildung eines Radialspalts (6) radial außen von einem angrenzenden Bauteil (5) zumindest abschnittsweise umgeben ist,

wobei der Brennkammer (1) über den Radialspalt (6) Verbrennungsluft unter Umgehung des Drallkörpers (3) zuführbar ist.

7. Brennkammer nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsluftströmung, welche der Brennkammer (1) unter Umgehung des Drallkörpers (3) über den Radialspalt (6) zwischen der Zerstäubungslanze (17) der Zerstäubungseinrichtung (4) und dem angrenzenden Bauteil (5) zuführbar ist, zwischen 1% und 10% der Verbrennungsluftströmung beträgt, welche der Brennkammer über den Drallkörper (3) zuführbar ist.

8. Brennkammer nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennkammer sowohl im Gaskraftstoffbetriebsmodus als auch im Flüssigkraftstoffbetriebsmodus Verbrennungsluft über den Radialspalt (6) zwischen der Zerstäubungslanze (17) der Zerstäubungseinrichtung (4) und dem angrenzenden Bauteil (5) zuführbar ist.

9. Gasturbine,

mit einer Brennkammer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Verbrennung eines Kraftstoffs unter Anwesenheit von Verbrennungsluft, mit einer Turbine zur Entspannung des bei der Verbrennung entstehenden Abgases.

10. Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Brennkammer (1) in dem Gaskraftstoffbetriebsmodus ein Gemisch aus einem gasförmigen Kraftstoff und Verbrennungsluft über den Drallkörper (3) zugeführt wird, der Brennkammer (1) in dem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus über die Zerstäubungseinrichtung (4) ein flüssiger Kraftstoff und zumindest über den Drallkörper (3) Verbrennungsluft zugeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus sowohl die zentrale Zerstäubungslanze (17) als auch die dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) im gesamten Betriebsbereich zwischen Leerlauf und Volllast genutzt werden, um der Brennkammer (1) den flüssigen Kraftstoff zuzuführen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die zentrale Zerstäubungslanze (17) im gesamten Betriebsbereich zwischen Leerlauf und Volllast der Brennkammer (1) eine konstante Menge an flüssigen Kraftstoff zugeführt wird, wobei die Leistungsmodulation durch Veränderung einer der Brennkammer (1) über die dezentralen Zer-

stäubungsdüsen (18) zugeführten Menge des flüssigen Kraftstoff durchgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Flüssigkraftstoffbetriebsmodus in einem Betriebsbereich unterhalb einer vorgegebenen Lastgrenze sowohl die zentrale Zerstäubungslanze (17) als auch die dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) genutzt werden, um der Brennkammer (1) den flüssigen Kraftstoff zuzuführen, wohingegen in einem Betriebsbereich oberhalb der vorgegebenen Lastgrenze ausschließlich die dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) genutzt werden, um der Brennkammer (1) den flüssigen Kraftstoff zuzuführen. 5 10 15
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Betriebsbereich unterhalb der vorgegebenen Lastgrenze über die zentrale Zerstäubungslanze (17) eine konstante Menge an flüssigem Kraftstoff zugeführt wird, wobei die Leistungsmodulation durch Veränderung einer der Brennkammer (1) über die dezentralen Zerstäubungsdüsen (18) zugeführten Menge des flüssigen Kraftstoff durchgeführt wird. 20 25

30

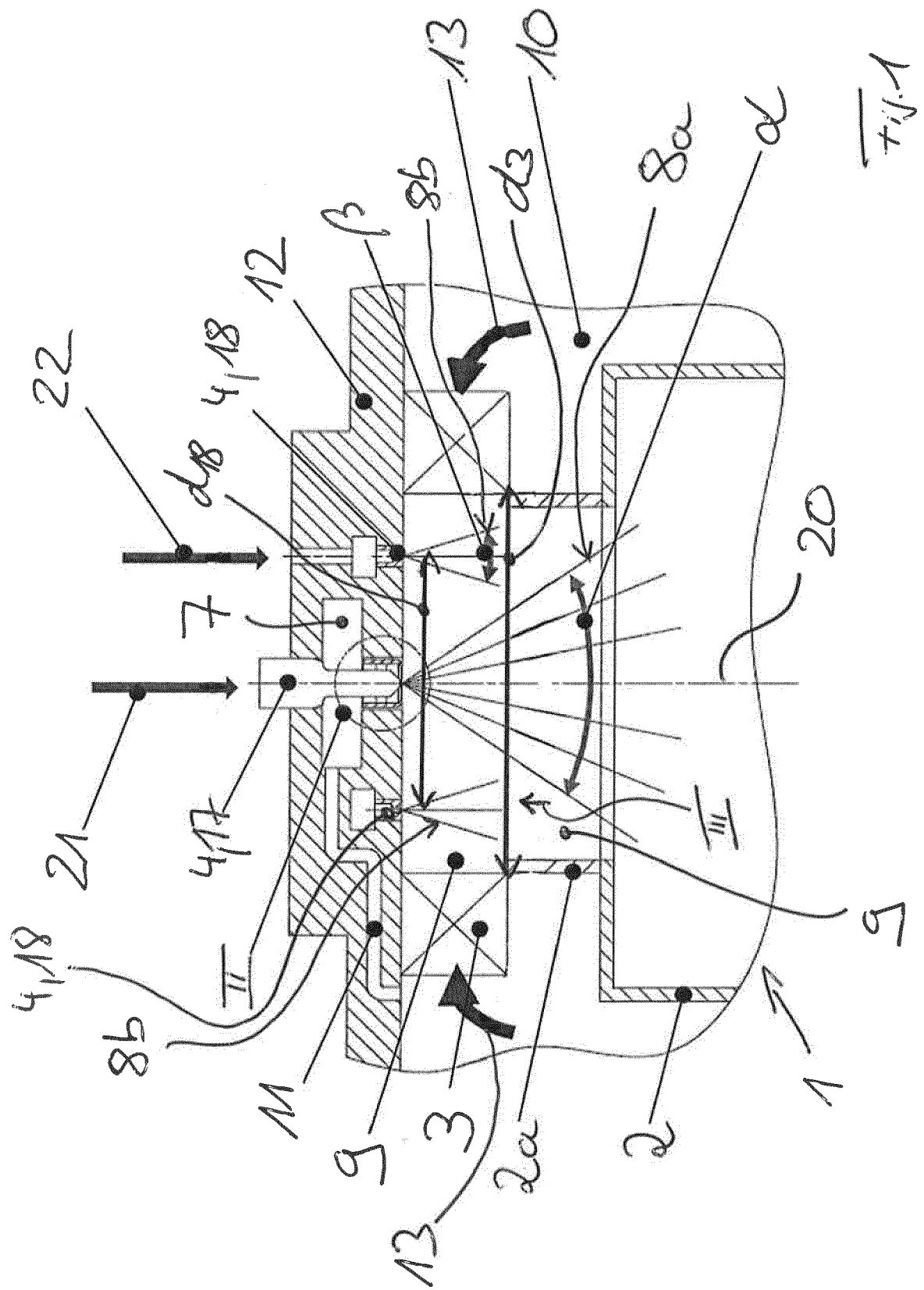
35

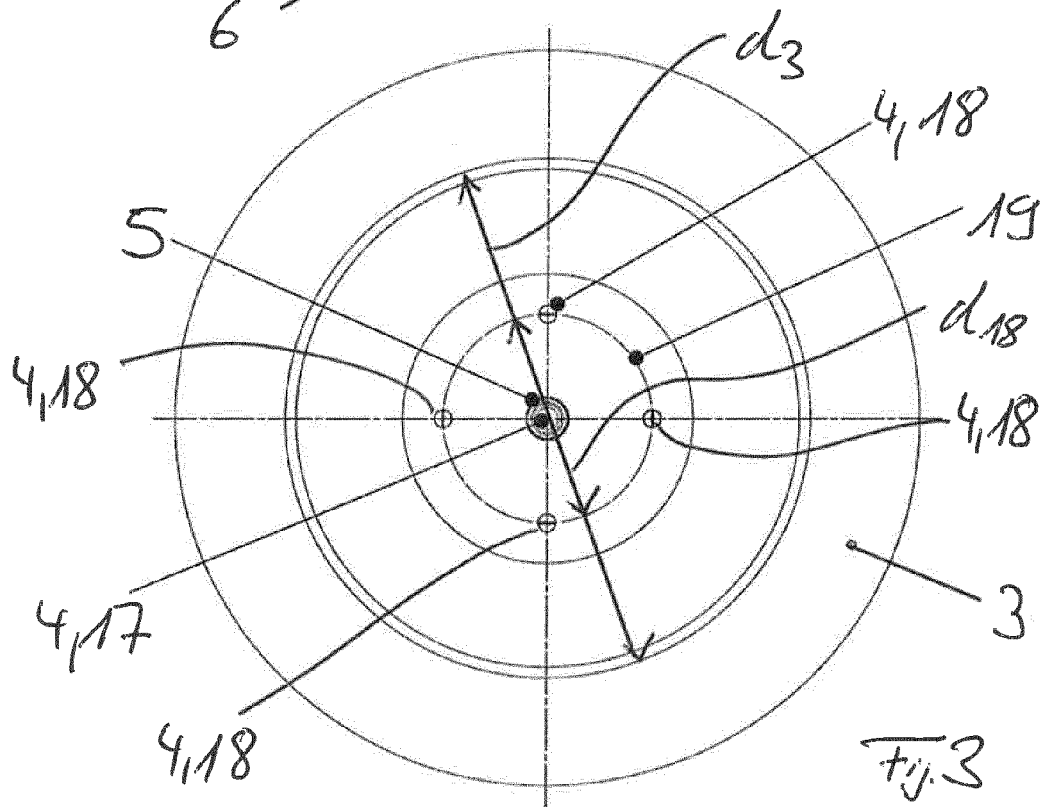
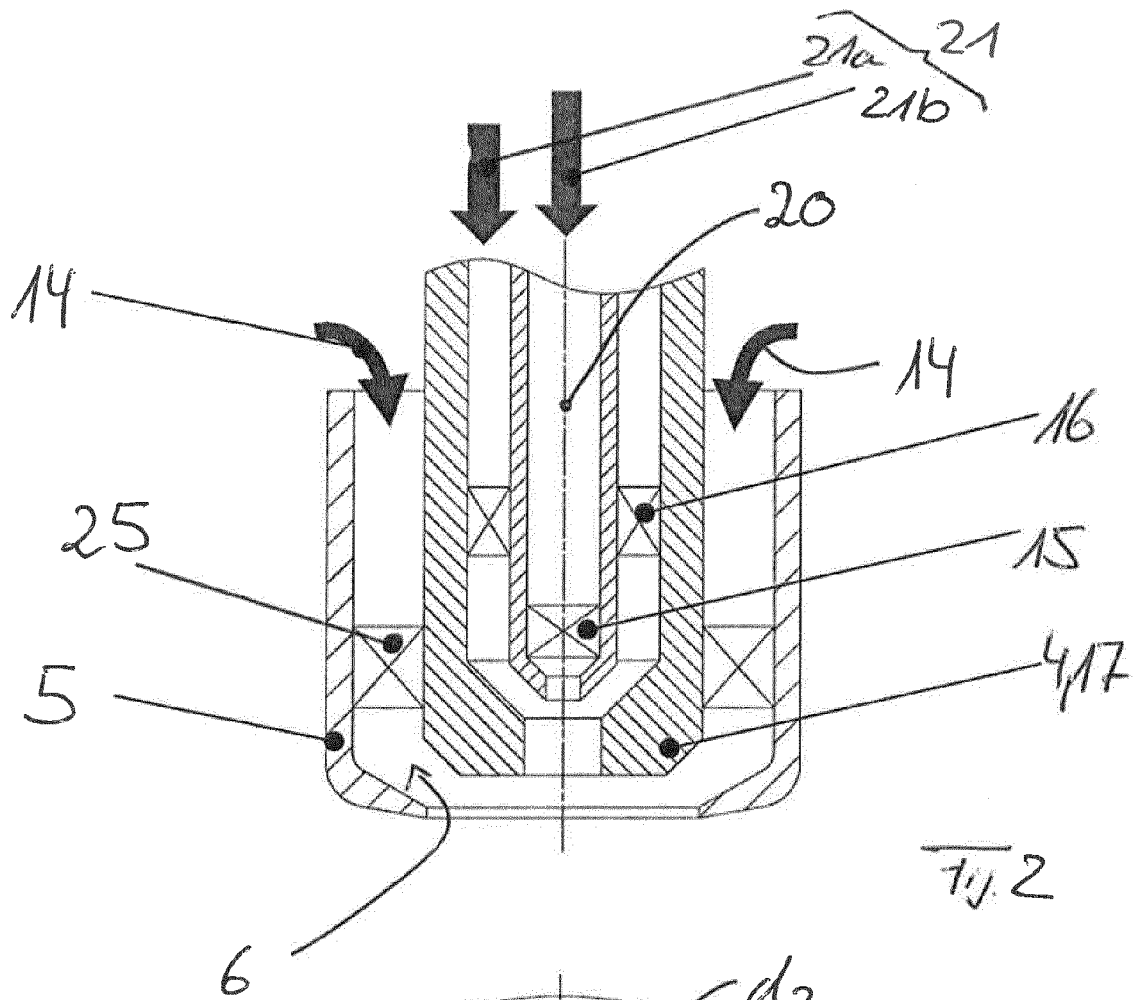
40

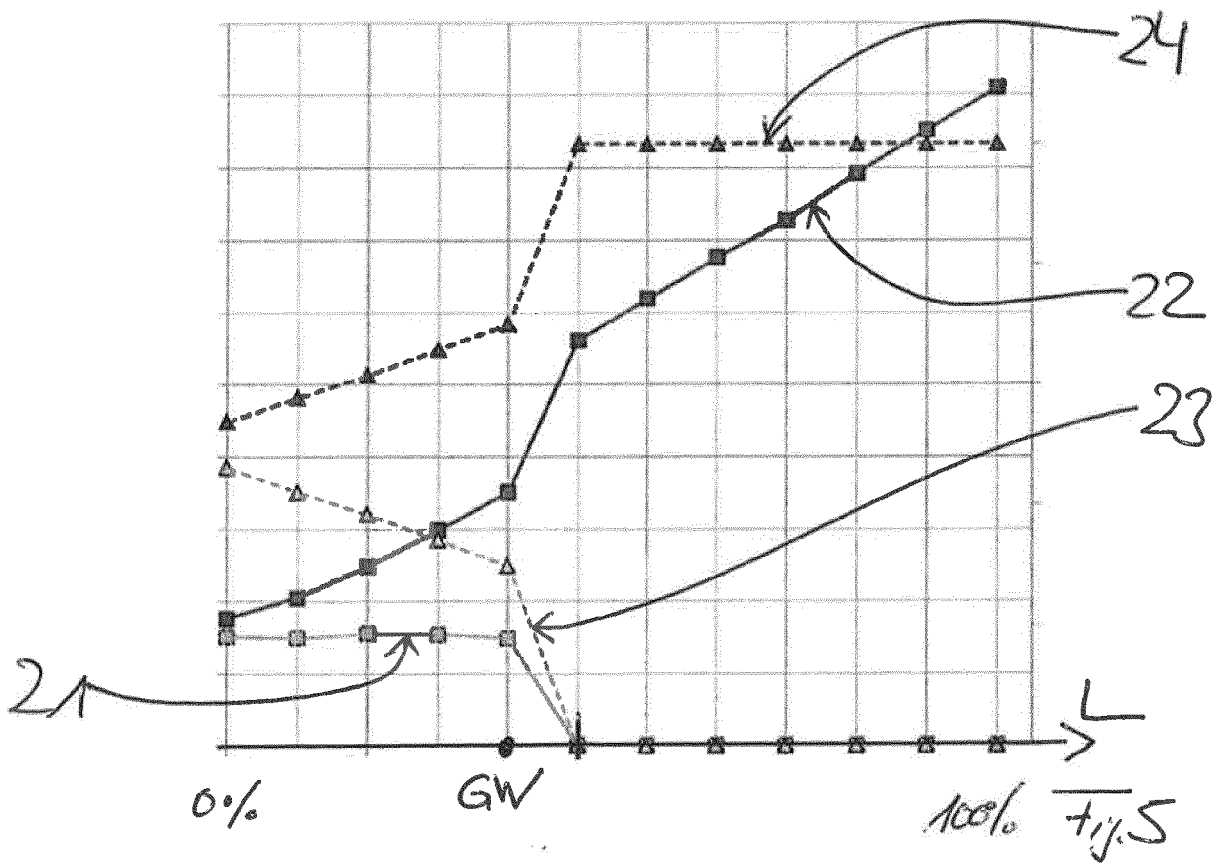
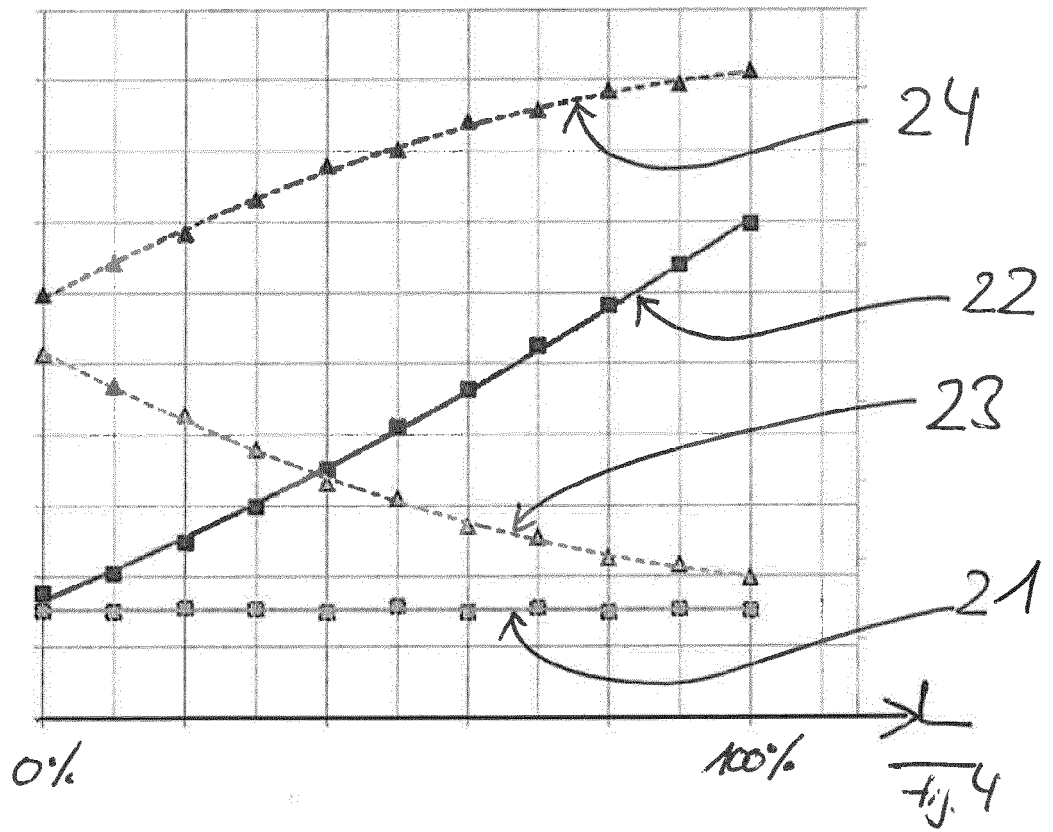
45

50

55









EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 17 6189

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2015/082770 A1 (IGARASHI SHOTA [JP] ET AL) 26. März 2015 (2015-03-26) * Absätze [0017], [0026] - Absatz [0070]; Abbildungen 1,2 *	1-10, 12-14	INV. F23D17/00 F23R3/34
X	DE 198 39 085 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2. März 2000 (2000-03-02) * Absätze [0017], [0021]; Anspruch 9; Abbildung 1 *	1-4,6, 8-10 11-14	
A	DE 696 17 290 T2 (EUROP GAS TURBINES LTD [GB]) 13. Juni 2002 (2002-06-13) * Absatz [0050]; Abbildung 1 *	1-6	
A	DE 199 03 770 A1 (ALSTOM GAS TURBINES LTD [GB]) 23. September 1999 (1999-09-23) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-11; Abbildungen 1,4 *	1-4,9,10	
A	EP 1 662 202 A1 (SIEMENS AG [DE]) 31. Mai 2006 (2006-05-31) * Absätze [0029], [0031]; Abbildung 2 *	1,5,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23D F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. November 2018	Prüfer Munteh, Louis
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 17 6189

5 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.

06-11-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015082770 A1	26-03-2015	CN 104456629 A	25-03-2015
		EP 2851619 A1	25-03-2015
		JP 6210810 B2	11-10-2017
		JP 2015059729 A	30-03-2015
		US 2015082770 A1	26-03-2015
DE 19839085 A1	02-03-2000	DE 19839085 A1	02-03-2000
		EP 1110034 A1	27-06-2001
		JP 2002523721 A	30-07-2002
		US 2001024774 A1	27-09-2001
		WO 0012936 A1	09-03-2000
DE 69617290 T2	13-06-2002	DE 69617290 D1	10-01-2002
		DE 69617290 T2	13-06-2002
		EP 0728989 A2	28-08-1996
		JP H08240129 A	17-09-1996
DE 19903770 A1	23-09-1999	DE 19903770 A1	23-09-1999
		FR 2774455 A1	06-08-1999
		GB 2333832 A	04-08-1999
		GB 2336663 A	27-10-1999
		IT T0990062 A1	02-08-1999
		JP 4346724 B2	21-10-2009
		JP H11257100 A	21-09-1999
		JP H11270357 A	05-10-1999
		US 2001027637 A1	11-10-2001
EP 1662202 A1	31-05-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

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