

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Januar 2012 (05.01.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/001141 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F23D 11/38 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP201 1/061 101

(22) Internationales Anmeldedatum:

1. M i 201 1 (01.07.2011)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10168107.0 1. M i 2010 (01.07.2010) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). **SIEMENS CANADA LIMITED** [CA/CA]; 1550 Appleby Line, Burlington, Ontario L7L 6X7 (CA).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BODE, Siegfried** [DE/DE]; Feuerdornweg 45, 45481 Mülheim an der Ruhr (DE). **HASE, Matthias** [DE/DE]; Duisburger Str. 327, 45478 Mülheim (DE). **MEISL, Jürgen** [DE/DE]; Prinzenhöhe 47, 45478 Mülheim an der Ruhr (DE). **FOX, Timothy A.** [CA/CA]; 181 Hess Street South, Hamilton, Ontario L8P 3P1 (CA). **PFADLER, Sebastian** [DE/DE];

Koloniestraße 9a, 45478 Mülheim an der Ruhr (DE).

GRIEB, Thomas [DE/DE]; Inrather Straße 116, 47803 Krefeld (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

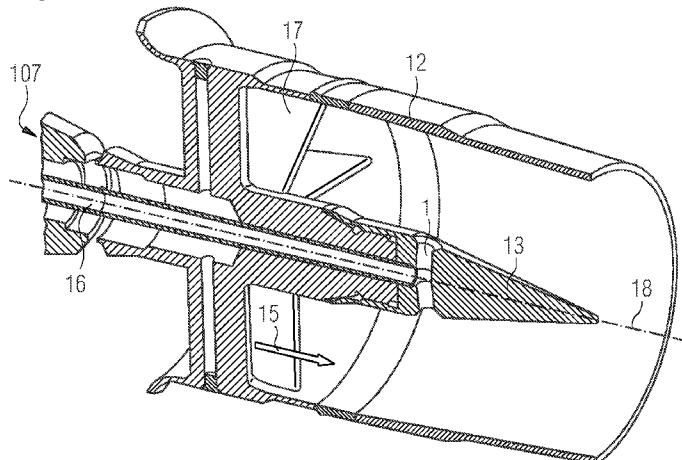
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BURNER ASSEMBLY

(54) Bezeichnung : BRENNERANORDNUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a burner assembly for a gas turbine, comprising at least one combustor, a centrally arranged pilot burner and a plurality of main burners (107) surrounding the pilot burner, wherein each main burner (107) comprises a cylindrical housing (12) having a lance, which is centrally arranged therein and comprises a fuel Channel (16) for liquid fuel, wherein the lance is supported on the housing (12) by means of swirl blades (17) and an attachment (13) is arranged on the lance in the direction of the combustor, wherein at least one liquid fuel nozzle is arranged in the attachment (13) preferably downstream of the swirl blades (17) and connected to the fuel Channel (16). For the improved mixing of the fuel with the air, the at least one liquid fuel nozzle is designed as a M1jet nozzle (1) and the at least one M1jet nozzle (1) has a length and a diameter, the ratio of the length to the diameter being at least 1.5.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/001141 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz V*

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brenneranordnung für eine Gasturbine mit wenigstens einer Brennkammer, mit einem zentral angeordneten Pilotbrenner und mehreren den Pilotbrenner umgebenden Hauptbrennern (107), wobei jeder der Hauptbrenner (107) ein zylinderförmiges Gehäuse (12) mit einer darin zentral angeordneten, einen Brennstoffkanal (16) für flüssigen Brennstoff aufweisenden Lanze umfasst, wobei die Lanze über Drallschaufeln (17) am Gehäuse (12) abgestützt ist und in Richtung der Brennkammer ein Aufsatz (13) an der Lanze angeordnet ist, wobei mindestens eine Flüssigbrennstoffdüse in dem Aufsatz (13) vorzugsweise stromab der Drallschaufeln (17) angeordnet und mit dem Brennstoffkanal (16) verbunden ist. Zur verbesserten Durchmischung des Brennstoffs mit der Luft ist die mindestens eine Flüssigbrennstoffdüse als Vollstrahldüse (1) ausgestaltet und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) weist eine Länge und einen Durchmesser auf, wobei das Verhältnis Länge zu Durchmesser mindestens 1,5 ist.

Beschreibung

Brenneranordnung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brenneranordnung für eine Gasturbine mit wenigstens einer Brennkammer, wobei die Brenneranordnung einen zentral angeordneten Pilotbrenner und mehreren den Pilotbrenner umgebenden Hauptbrennern umfasst, wobei jeder der Hauptbrenner ein zylinderförmiges Gehäuse mit 10 einer darin zentral angeordneten, einen Brennstoffkanal für flüssigen Brennstoff aufweisenden Lanze umfasst, wobei die Lanze über Drallschaufeln am Gehäuse abgestützt ist und in Richtung der Brennkammer ein Aufsatz an der Lanze angeordnet ist, wobei mindestens eine Flüssigbrennstoffdüse in dem 15 Aufsatz vorzugsweise stromab der Drallschaufeln angeordnet und mit dem Brennstoffkanal verbunden ist.

20 Im Betrieb der Gasturbine wird der Brennkammer verdichtete Luft aus dem Verdichter zugeführt. Die verdichtete Luft wird mit einem Brennstoff, beispielsweise Öl oder Gas, vermischt und das Gemisch in der Brennkammer verbrannt. Die heißen Verbrennungsabgase werden schließlich als Arbeitsmedium über einen Brennkammerausgang der Turbine zugeführt, wo sie unter Entspannung und Abkühlung Impuls auf die Laufschaufeln 25 übertragen und so Arbeit leisten. Die Leitschaufeln dienen dabei zum Optimieren des Impulsübertrags.

Bei Verbrennungsmaschinen, insbesondere solchen, die mit zwei verschiedenen Brennstoffen betrieben werden, erfolgt 30 beispielsweise eine Eindüsung des Brennstoffes Öl über Drallerzeuger, in denen das Öl mit Luft vermischt wird. Zur besseren Vermischung von Öl und Luft wird das Öl innerhalb der zur Eindüsung verwendeten Düsen in eine Drallbewegung versetzt. Diese Öldüse wird auch als Druck-Drall-Düse 35 bezeichnet.

Gerade bei Maschinen mit zwei verschiedenen Brennstoffen können die Öldüsen nicht so angeordnet werden, dass die

Vermischung des Brennstoffs mit der Luft zu einem optimalen Ergebnis hinsichtlich der Druckpulsationen führt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Angabe einer Brenneranordnung der eingangs genannten Art, welche das obige Problem löst.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Brenneranordnung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die mindestens eine Flüssigbrennstof fdüse als Vollstrahldüse ausgestaltet ist und die mindestens eine Vollstrahldüse eine Länge und einen Durchmesser aufweist, wobei das Verhältnis Länge zu Durchmesser mindestens 1,5 ist.

Die weiteren Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Durch den Einsatz von Vollstrahldüsen kann die Einstellung des Brennstoff profils, insbesondere der radialen Brennstoffverteilung sehr effektiv verändert werden. Vollstrahldüsen erzeugen einen Vollstrahl ohne störende Turbulenzen. Gegenüber der Druck-Drall-Düse hat die Vollstrahldüse den Vorteil, dass ein höherer Brennstoff Vordruck in eine größere Eindringtiefe umgesetzt wird. Bei Druck-Drall-Düsen werden durch einen höheren Vordruck kleinere Tropfen gebildet, die wiederum weniger effektiv eindringen. Daraus folgt, dass für eine erhöhte Eindringtiefe bei Druck-Drall- Düsen ein deutlich höherer Druck nötig ist, als bei Vollstrahldüsen. Damit lassen sich mit der Vollstrahldüse z.B. teure Pumpen, die mehr Brennstoff Vordruck liefern können, oder Rohrleitungssysteme mit hohen Druckstufen vermeiden.

Die Vollstrahldüse kann als eine in dem Aufsatz verlaufende Bohrung ausgestaltet sein.

Die als Vollstrahldüsen ausgebildeten Flüssigbrennstof fdüsen weisen erfindungsgemäß ein Länge zu Durchmesser Verhältnis von mindestens 1,5 auf. Erfindungsgemäß wird dadurch ein aus

der Düse austretender Flüssigbrennstoff strahl bereitgestellt, der sich mit der durch die Drallschaufeln verdrallten Luft optimal mischt. Das Länge zu Durchmesser Verhältnis von mindestens 1,5 gewährleistet, dass beispielsweise eine 5 Dampfblasenbildung in dem Flüssigbrennstoff strahl sicher vermieden und ein ausreichend niedriges Turbulenzniveau im Strahl eingehalten wird. Auch wird hierdurch eine ausreichende Eindringtiefe des Brennstoff Strahls gewährleistet und ein gutes Mischungsverhalten des Strahls 10 mit der vorbeiströmenden Luft. Vorteilhafte Weise ist das Länge zu Durchmesser Verhältnis in einem Bereich von 6 bis 14 gewählt. Ein von einer Vollstrahldüse mit diesem Länge zu Durchmesser Verhältnis erzeugter Flüssigbrennstoff strahl verhält sich besonders optimal hinsichtlich Eindringtiefe und 15 Vermischungseigenschaften.

Es kann sowohl in den Hauptbrennern (welche auch mit Hauptdrallerzeugern bezeichnet werden können) als auch in dem Pilotbrenner jeweils mindestens eine derartige Vollstrahldüse 20 in dem Aufsatz angeordnet sein. Der an der Lanze angeordnete Aufsatz kann ein gegenüber der Lanze verschiedenes Bauteil sein. Der Aufsatz könnte aber auch mehrstückig oder mit der Lanze zusammen einstückig ausgebildet sein.

25 Für die Erfindung ist es wichtig, das Gesamtkonzept des Verbrennungssystems bestehend aus einem zentralen Pilotbrenner mit Pilotkonus und den um den Pilotbrenner angeordneten Hauptbrennern zu betrachten. Prinzipiell kann die Eindringtiefe des Brennstoffes durch Anpassung des 30 Düsendurchmessers gezielt variiert werden, um ein vorteilhaftes radiales Brennstoffprofil zu erzielen. Das Zusammenspiel mit dem zentralen Pilotbrenner erfordert darüber hinaus die Optimierung der Brennstoff- und Tropfengrößenverteilung vor allem in Abhängigkeit der 35 Relativausrichtung der Einspritzposition zum Pilotkonus, um somit die Zündung des Brennstoff-/Luftgemisches mit einer vorteilhaften Zeitverzögerung einzustellen. Diese Zeitverzögerung zwischen Eindüsposition und der Verbrennung

des Brennstoffes ist maßgeblich für die Ausbildung thermoakustischer Rückkopplungen verantwortlich, aus welchen Brennkammerpulsationen entstehen können.

Neben dem radialen Brennstoffprofil sind hierbei die lokalen Tropfengrößenverteilungen und Luft/Brennstoffverhältnisse aber auch die axiale Einspritzposition die Haupteinflussparameter die in Abhängigkeit der lokalen Strömungsbedingungen der Verbrennungsluft anzupassen sind. Es wird erfindungsgemäß mittels der geeignet ausgestalteten Vollstrahldüsen somit eine Optimierung der Brennstoff- und Tropfengrößenverteilung in Umfangsrichtung erwirkt, um die Zündung des Brennstoff-/Luftgemisches bei einer vorteilhaften Zeitverzögerung zu erreichen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung kann vorsehen, dass der Aufsatz eine Mittelaufsatzzachse, und die mindestens eine Vollstrahldüse eine Mittelachse umfasst und die mindestens eine Vollstrahldüse in dem Aufsatz so angeordnet ist, dass die Mittelachse der mindestens einen Vollstrahldüse einen Winkel von 90° Grad zu der Mittelaufsatzzachse des Aufsatzes aufweist.

Die Mittelachse der Vollstrahldüse verläuft in Längsrichtung der Vollstrahldüse. Gemäß dieser vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Brennstoff im Wesentlichen quer zur Strömungsrichtung der Luft eingedüst, wodurch eine besonders hohe Eindringtiefe erreicht wird. Dies ermöglicht eine günstige Durchmischung mit der vorbeiströmenden Luft.

Es kann auch vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Aufsatz eine Mittelaufsatzzachse umfasst, die mindestens eine Vollstrahldüse eine Mittelachse umfasst und die mindestens eine Vollstrahldüse in dem Aufsatz so angeordnet ist, dass die Mittelachse der mindestens einen Vollstrahldüse einen Winkel zwischen 90°+/-30° Grad zu der Mittelaufsatzzachse des Aufsatzes aufweist.

Die Winkelangabe bezieht sich auf die Neigung der Mittelachse in Richtung der Mittelauf satzachse . Der Winkelbereich ist derart gewählt, dass sich durch Neigung der Mittelachse der mindestens einen Vollstrahldüse eine Variation der 5 Eindringtiefe einstellen lässt bei im Wesentlichen gleicher Tröpfchengrößenverteilung und Einspritzmenge des Brennstoffs. Dies ermöglicht die Abstimmung des radialen Brennstoff profils in Bezug auf die gesamte Brenneranordnung, insbesondere des radialen Brennstoff profils eines Hauptbrenners in Bezug auf 10 den Pilotbrenner.

Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass der Aufsatz eine Aufsatzoberfläche aufweist und die mindestens eine Vollstrahldüse eine Mittelachse umfasst, und die mindestens 15 eine Vollstrahldüse in dem Aufsatz so angeordnet ist, dass die Mittelachse der mindestens einen Vollstrahldüse senkrecht zu dieser Aufsatzoberfläche ist.

Die vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht für 20 einen zu einer Aufsatzspitze hin konisch zulaufenden Bereich des Aufsatzes eine Eindüsing des Flüssigbrennstoff Strahls quer zur Strömungsrichtung, wodurch für in diesem Bereich des Aufsatzes angeordnete Vollstrahldüsen eine größtmögliche Eindringtiefe des Brennstoffs ermöglicht wird.

25 Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass der Aufsatz eine Aufsatzoberfläche aufweist und die mindestens eine Vollstrahldüse eine Mittelachse umfasst, und die mindestens eine Vollstrahldüse in dem Aufsatz so angeordnet ist, dass die Mittelachse der mindestens einen Vollstrahldüse 30 mit der Oberflächennormalen der Aufsatzoberfläche einen Winkel von -10 Grad bis + 10 Grad einschließt.

Die Oberflächennormale verläuft senkrecht zur 35 Ausatzoberfläche und ist jeweils im Bereich des Schnittpunkts von Mittelachse und Ausatzoberfläche zu betrachten. Ausgehend von der Oberflächennormalen kann die Mittelachse hierzu sowohl in Richtung der Mittelauf satzachse als auch in

Umfangsrichtung (Azimutalwinkel) geneigt verlaufen. Der angegebenen Winkelbereich von -10 Grad bis + 10 Grad für die Neigung der Mittelachse gewährleistet eine hohe Eindringtiefe des Brennstoff Strahls ohne die Tröpfchengrößenverteilung oder 5 die eingedüste Brennstoff menge zur verändern. Dies ermöglicht eine Einstellung des um die Lanze zu erzeugenden Brennstoff profils sowohl in radialer als auch in Umfangsrichtung der Lanze. Hierdurch lassen sich die Brennstoff profile der einzelnen Hauptbrenner in Bezug auf die 10 gesamte Brenneranordnung aufeinander abstimmen.

Weiter kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass für jeden der Hauptbrenner acht bis zwölf Vollstrahldüsen mit einem Durchmesser vorgesehen sind, wobei der Durchmesser zwischen 15 0,55mm- 0,8mm ist.

Die Anzahl von acht bis zwölf Vollstrahldüsen ist bevorzugt. Auch kann eine Anzahl von 6 bis 16 Vollstrahldüsen je 20 Hauptbrenner als vorteilhaft bezeichnet werden. Auch kann eine Anzahl von 8 bis 20 Vollstrahldüsen als vorteilhaft angesehen werden.

Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass 25 Vollstrahldüsen mit einem Durchmesser zwischen 0,6mm-0,7mm vorgesehen sind.

Vorteilhafterweise kann weiter vorgesehen sein, dass Vollstrahldüsen mit einem Durchmesser zwischen 0,55mm-0,65mm vorgesehen sind.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung kann vorsehen, dass Vollstrahldüsen mit einem Durchmesser zwischen 0,7mm-0,8mm vorgesehen sind.

35 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass bei wenigstens einem der Hauptbrenner Vollstrahldüsen entlang wenigstens einer um den Aufsatz herum verlaufenden Umfangslinie angeordnet sind.

Die Umfangslinie bedarf hierbei keiner materiellen Realisation, sondern dient lediglich der Beschreibung der Anordnung der Vollstrahldüsen. Die wenigstens eine 5 Umfangslinie kann beispielsweise eben und geschlossen um die Lanze herum verlaufen. Beispielsweise kann die Umfangslinie ringförmig und senkrecht zur Mittelauf satzachse verlaufen. Durch Variation der Düsenanordnung und des Düsendurchmessers in Umfangsrichtung lassen sich zur Unterdrückung von 10 Druckpulsationen geeignete Brennstoff profile erzeugen.

Für die Erfindung ist es wichtig, das Gesamtkonzept des Verbrennungssystems bestehend aus einem zentralen Pilotbrenner mit Pilotkonus und den um den Pilotbrenner 15 angeordneten Hauptbrennern zu betrachten. Das Zusammenspiel mit dem zentralen Pilotbrenner erfordert die Optimierung der Brennstoff- und Tropfengrößenverteilung vor allem in Abhängigkeit der Relativausrichtung der Einspritzposition zum Pilotkonus, um somit die Zündung des Brennstoff- 20 /Luftgemisches mit einer vorteilhaften Zeitverzögerung einzustellen .

Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass bei wenigstens einem der Hauptbrenner auf der dem Pilotbrenner 25 zugewandten Seite des Aufsatzes mehr Vollstrahldüsen angeordnet sind, als auf der dem Pilotbrenner abgewandten Seite des Aufsatzes.

Insbesondere gilt es für die beiden Sonderfälle - 30 Eindüsposition in Richtung der Pilotströmung (welche auch mit Pilotkonusströmung bezeichnet werden kann) und in entgegen gesetzter Richtung zur Brennkammeraußenwand hin - optimale Bedingungen einzustellen. Da im ersten Fall die Gemischbildung und der Zerstäubungsmechanismus hervorgerufen 35 durch starke Sterströmungen andersartig verläuft als im zweiten Fall, sollte dies bei der Einstellung des Brennstoff profils berücksichtigt werden.

Durch Erhöhung der Anzahl der Vollstrahldüsen in Richtung Pilotbrenner lässt sich bei gleichem radialen Brennstoffprofil und somit identischer Eindringtiefe eine höhere Brennstoffkonzentration in Richtung Pilotbrenner erzeugen. Hierdurch lässt sich die Flammposition einstellen. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung kann bei einem oder mehreren der Hauptbrenner realisiert sein. Beispielsweise bei jedem zweiten der um den Pilotbrenner herum angeordneten Hauptbrennern .

10

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, dass entlang wenigstens einer Umfangslinie die Anzahldichte der Vollstrahldüsen in Umfangsrichtung variiert.

15

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die Umfangslinie ringförmig und senkrecht zur Mittelaufsatzzachse verlaufen, wobei die entlang der Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen alle einen gleichen Durchmesser aufweisen. Gemäß diesem

20

Ausführungsbeispiel der Weiterbildung steigt die Anzahldichte der Vollstrahldüsen entlang der Umfangslinie in Richtung Pilotbrenner an. Dadurch kann bei gleichem radialem Brennstoffprofil eine höhere Brennstoffkonzentration in Richtung Pilotbrenner erzeugt werden.

25

Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, wenn entlang wenigstens einer Umfangslinie Vollstrahldüsen derart angeordnet sind, dass eine Neigung der Mittelachsen der Vollstrahldüsen in Richtung der Mittelaufsatzzachse in Umfangsrichtung variiert.

30

Dies ermöglicht eine umfangsgerichtete Variation der Eindringtiefe. Die Neigungswinkel in Richtung der Mittelaufsatzzachse können beispielsweise zwischen 90 + - 20 Grad gewählt werden, wobei sich die Winkelangabe auf den Winkel zwischen der in Richtung der Mittelaufsatzzachse geneigten Mittelachse und der Mittelaufsatzzachse bezieht. Es sind somit auch stumpfe Anstellwinkel möglich. In dem

genannten Winkelbereich kann eine umfangsgerichtete Variation der Eindringtiefe unabhängig von der Tropfengrößenverteilung und der Einspritzmenge erreicht werden.

5 Es kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Mittelachsen der entlang der Umfangsleitung angeordneten Vollstrahldüsen alternierend ausgerichtet sind, wobei die Mittelachsen abwechselnd senkrecht zur Mittelauf satzachse verlaufen und hiervon abweichend um höchstens 20 Grad in Richtung der
10 Mittelauf satzachse geneigt sind.

Mit anderen Worten verläuft die Mittelachse jeder zweiten Vollstrahldüse auf der Umfangsleitung senkrecht zur Mittelauf satzlinie und die Mittelachse der dazwischen
15 angeordneten Vollstrahldüse ist jeweils in Richtung der Mittelauf satzachse geneigt. Beispielsweise von der Oberflächenormalen aus um 10 Grad in Richtung Mittelauf satzachse in Strömungsrichtung.

20 Die Umfangsleitung kann beispielsweise senkrecht zur Mittelauf satzachse ringförmig um die Lanze herum verlaufen.

Weiter kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass entlang wenigstens einer Umfangsleitung Vollstrahldüsen derart
25 angeordnet sind, dass die Mittelachse wenigstens einer Vollstrahldüse ausgehend von einer Position senkrecht zur Mittelauf satzachse eine Neigung in Umfangsrichtung aufweist.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht alternativ oder
30 zusätzlich zu der Neigung der Mittelachse in Richtung der Mittelauf satzachse eine Neigung in Umfangsrichtung (Azimutwinkel). Dies ermöglicht es, die Interaktion des Brennstoff -Vollstrahles mit der Drallströmung hinsichtlich der Zerstäubung einzustellen. Über einen begrenzten Bereich kann dabei weitestgehend eine isolierte Anpassung der Tropfengrößenverteilung erreicht werden, ohne dass eine wesentliche Änderung der radialen Eindringtiefe hervorgerufen wird. Diese azimutale Anstellung der Mittelachse der

wenigstens einen Vollstrahldüse kann beispielsweise für alle entlang der Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen gleich gewählt werden. Der azimutale Neigungswinkel der Mittelachsen könnte aber auch beispielsweise als Funktion des Umfanges

5 gewählt werden. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung verläuft die Umfangslinie senkrecht zur Mittelauf satzachse ringförmig um die Lanze, wobei die Vollstrahldüsen entlang der Umfangslinie einen gleichen Durchmesser aufweisen. Die 10 Mittelachsen der Vollstrahldüsen verlaufen alternierend, wobei die Mittelachse jeder zweiten Vollstrahldüse senkrecht zur Aufsatzoberfläche verläuft und die Mittelachse der dazwischen angeordneten Vollstrahldüse einen Azimutwinkel von 20 Grad zur Oberflächennormalen aufweist.

15 Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die Vollstrahldüsen entlang wenigstens einer Umfangslinie unterschiedliche Durchmesser aufweisen.

20 Durch die unterschiedlichen Durchmesser ergeben sich unterschiedliche Eindringtiefen des Brennstoffs in Umfangsrichtung. Dies ermöglicht eine Anpassung des radialen Brennstoff profils eines Hauptbrenners in Bezug auf die gesamte Brenneranordnung.

25 Vorteilhafter Weise kann weiter vorgesehen sein, dass die Vollstrahldüsen entlang wenigstens einer Umfangslinie einen gleichen Durchmesser aufweisen.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung kann vorsehen, dass die Vollstrahldüsen wenigstens entlang zweier Umfangslinien angeordnet sind.

35 Eine mindestens zweireihige Anordnung der Vollstrahldüsen ermöglicht eine deutlich größere Variation der Brennstoff profile als mit einreihiger Anordnung. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung verlaufen die wenigstens zwei Umfangslinien an

unterschiedlichen axialen Positionen ringförmig und senkrecht zur Mittelauf satzachse um die Lanze herum.

Entlang der beiden Umfangslinien kann eine gleich große oder 5 unterschiedliche Anzahl an Vollstrahldüsen angeordnet sein. Beispielsweise können 4 bis 10 Düsen je Umfangslinie angeordnet sein. Durch die mindestens doppelte Anordnung der Umfangslinien lässt sich eine verbesserte Zerstäubung des Brennstoffs erreichen. Zusätzlich bietet die Anordnung der 10 Vollstrahldüsen in zwei axialen Ebenen die Möglichkeit Brennstoff an der gleichen Umfangsposition radial gleichmäßiger zu verteilen, indem an zwei axialen Positionen unterschiedlich tief in die gleiche Stromlinie der vorbeiströmenden Luft eingedüst wird.

15 Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die entlang einer stromauf liegenden Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen einen größeren Durchmesser aufweisen als die entlang einer stromab liegenden Umfangslinie angeordneten 20 Vollstrahldüsen.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ist vorteilhaft, wenn eine gleichmäßige radiale Verteilung erreicht werden soll.

25 Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die entlang einer stromauf liegenden Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen einen kleineren Durchmesser aufweisen als die entlang einer stromab liegenden Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen.

30 Diese Ausgestaltung der Erfindung ist vorteilhaft, wenn eine schmale radiale Verteilung erreicht werden soll.

Vorteilhafter Weise kann weiter vorgesehen sein, dass entlang 35 der stromab liegenden Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen und entlang der stromauf liegenden Umfangslinie angeordnete Vollstrahldüsen auf gemeinsamen Stromlinien angeordnet sind, wobei bei Durchströmung der

Drallschaufeln mit Luft diese entlang der Stromlinien verdrallbar ist.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ist vorteilhaft, um eine gleichmäßige radiale Brennstoffverteilung zu erreichen, wenn insbesondere der von den stromab angeordneten Vollstrahldüsen eingedüste Brennstoff eine kleinere oder deutlich größere Eindringtiefe hat als der von den stromauf angeordneten Vollstrahldüsen eingedüste Brennstoff. Insbesondere eine kleinere Eindringtiefe wird als vorteilhaft angesehen.

Die Ausgestaltung ermöglicht aber auch eine Erzielung einer engen radialen Brennstoffverteilung, wobei der von stromab angeordneten Vollstrahldüsen eingedüste Brennstoff an die gleiche radiale Position eingedüst wird, wie der von stromauf angeordneten Vollstrahldüsen eingedüste Brennstoff. Die radiale Position wird dabei so gewählt, dass die Flamme an einem Punkt stabilisiert, dessen zugehörige Zeitverzögerung nicht in dem Verbrennungssystem anregbar ist.

Vorteilhafter Weise kann weiter vorgesehen sein, dass entlang der stromab liegenden Umfangslinie angeordnete Vollstrahldüsen und entlang der stromauf liegenden Umfangslinie angeordnete Vollstrahldüsen derart zueinander versetzt angeordnet sind, dass bei Durchströmung der Drallschaufeln mit Luft diese entlang von Stromlinie verdrallbar ist, auf welchen nur jeweils eine der Vollstrahldüsen angeordnet ist.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ist insbesondere vorteilhaft, um eine gleichmäßige Umfangsverteilung des Brennstoff profils zu erreichen. Sie kann beispielsweise mit einer schmalen oder einer gleichmäßigen radialen und axialen Verteilung kombiniert werden. Insbesondere als vorteilhaft wird eine gleichmäßige radiale und gleichmäßige axiale Verteilung angesehen.

Weiter kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass entlang der stromab liegenden Umfangslinie angeordnete Vollstrahldüsen

Brennstoff an die gleiche radiale Position eindüsen wie entlang der stromauf liegenden Umfangslinie angeordnete Vollstrahldüsen.

5 Die radiale Position wird dabei so gewählt, dass die Flamme an einem Punkt stabilisiert, dessen zugehörige Zeitverzögerung nicht in dem Verbrennungssystem anregbar ist.

10 Es kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Vollstrahldüsen entlang wenigstens einer helixförmigen Umfangslinie angeordnet sind.

15 Zusätzlich zu den dargestellten umfangsgerichteten und axialen Variationen der Einspritzführung durch die Vollstrahldüsen, durch die eine Optimierung der Brennstoff- und Tropfengrößenverteilung in Umfangs- Axial- und Radialrichtung ermöglicht ist, kann darüber hinaus durch die zusätzlich helixale Anordnung der Vollstrahldüsen eine zusätzliche Verbreiterung des Zeitverzögerungsspektrums 20 erreicht werden.

Erfolgt die Eindüsung des Brennstoffs beispielsweise entlang einer einzigen helixförmigen Umfangslinie und verläuft diese Umfangslinie entlang einer Strömungslinie des verdrallten 25 Luftstromes, dann lässt sich bei gleichen Durchmessern der Vollstrahldüsen ein gleichmäßiges radiales Brennstoffprofil erzielen.

Diese Ausgestaltung kann von Vorteil sein, wenn eine alternierende umfangsgerichtete Brennstoffverteilung bei 30 möglichst großer Verschmierung des Zeitverzögerungsspektrums benötigt wird. Die Anordnung von unterschiedlichen Vollstrahl-Düsendurchmessern erlaubt dabei die Einstellung verschiedener radialer Brennstoffprofile, wobei gleichmäßige radiale Profile als vorteilhaft betrachtet werden.

35

Es kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Durchmesser der entlang der wenigstens einen helixförmigen Umfangslinie

angeordneten Vollstrahldüsen derart ausgebildet sind, dass die Durchmesser in Strömungsrichtung ansteigen.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ist vorteilhaft, wenn eine Homogenisierung des radialen Profils durch Anreicherung des 5 achsennahen Bereichs erfolgen soll.

Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die Durchmesser der entlang der wenigstens einen helixförmigen Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen derart ausgebildet 10 sind, dass die Durchmesser entgegengesetzt zur Strömungsrichtung ansteigen.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ist dann vorteilhaft, wenn eine schmale radiale Brennstoffverteilung bevorzugt wird.

15 Die helixförmige Umfangslinie kann gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung nicht entlang einer Stromlinie verlaufen. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine gleichmäßige umfangsgerichtete Brennstoffverteilung, wobei die Durchmesser 20 der entlang der Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen in Strömungsrichtung ansteigen oder absteigen können, je nach gewünschtem radialen Brennstoffprofil. Auch kann der Neigungswinkel der Mittelachse der Vollstrahldüsen in 25 Strömungsrichtung zur Mittelaufzachse hin und/oder in Umfangsrichtung entlang der helixförmigen Umfangslinie variiert werden, um die Interaktion der Drallströmung der Luft mit dem Brennstoff-Vollstrahl hinsichtlich Zerstäubung in Abhängigkeit von der Düsenposition eingestellt werden.

30 Weiter kann vorteilhaft angesehen werden, dass die Vollstrahldüsen entlang zweier helixförmiger Umfangslinien angeordnet sind.

Dies ist vor allem für kurze Aufsätze vorteilhaft, wenn eine 35 möglichst große axiale Verteilung der Düsenanordnung erzielt werden soll. Die Doppelhelix kann neben einer parallelen Anordnung auch antiparallel verlaufen, wodurch gleichmäßige Umfangsverteilungen erreicht werden können.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist zur umfangsgerichteten Anreicherung der Brennstoff konzentration vorgesehen, dass die Vollstrahldüsen 5 entlang einer helixförmigen Umfangslinie angeordnet sind, wobei die helixförmige Umfangslinie sich teilweise überlappt. Die Durchmesser der Vollstrahldüsen können hierbei alle gleich groß gewählt sein. Die Anreicherung der Brennstoff konzentration kann der Anreicherung der 10 Scherströmung zwischen Pilotbrenner und einem Hauptbrenner dienen .

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, dass die entlang einer Umfangslinie angeordneten 15 Vollstrahldüsen Abstände gegeneinander und Durchmesser aufweisen, wobei sich deren Abfolge entlang der Umfangslinie wiederholt .

Die entlang der Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen 20 können regelmäßige Abstände untereinander aufweisen und alle den gleichen Durchmesser aufweisen. Die Abstände und/oder die Durchmesser können aber auch in regelmäßiger Abfolge variieren. Dies ermöglicht eine zusätzliche Einstellung des radialen Brennstoff profils . Die radiale Brennstoffverteilung 25 ist entscheidend für die thermoakustische Stabilität, da durch sie die Verzugszeit zwischen Eindüsung und der Verbrennung festgelegt wird. Die Verzugszeit wiederum bestimmt, welche Brennkammerfrequenzen angeregt werden können. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorteilhaften 30 Ausgestaltung der Erfindung lässt sich eine unabhängige Variation der Eindringtiefe und der Verteilung des Brennstoffes erreichen durch eine Abfolge gemischter Durchmesser der Vollstrahldüsen entlang der Umfangslinie. Es können beispielsweise zwei unterschiedliche Durchmesser in 35 regelmäßiger Abfolge gemischt werden oder mehrere. Durch Wahl der Größenverhältnisse der Vollstrahldüsen-Durchmesser lässt sich der radiale Bereich einstellen, in welchem sich die Brennstoffverteilung der unterschiedlichen Düsendurchmesser

überlagert. Der Grad der Überschneidung kann zusätzlich durch Wahl der Umfangsposition der Vollstrahldüsen, insbesondere der gegenseitigen Abstände, eingestellt werden.

5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist zur Erzeugung eines Brennstoff profils mit einer ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung und einer ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung entlang der Umfangslinie zwischen jeweils zwei Vollstrahldüsen mit gleichem Durchmesser eine Vollstrahldüse mit kleinerem Durchmesser 10 angeordnet .

Es können beispielsweise gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorteilhaften Ausgestaltung 8 bis 16 Vollstrahldüsen auf der 15 Lanze vorgesehen sein. Für die kleineren Vollstrahldüsen kann ein Durchmesser zwischen 0.5mm-0.7mm und für die größeren Vollstrahldüsen ein Durchmesser zwischen 0.6mm-0.8mm gewählt werden .

20 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung können sich die beiden Zonen überlappen, beispielsweise indem die Vollstrahldüse mit dem kleineren Durchmesser näher zu einer der beiden Vollstrahldüsen mit größerem Durchmesser angeordnet ist.

25 Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die entlang wenigstens einer Umfangslinie angeordneten Vollstrahldüsen derart ausgebildet sind, dass ein mittels der Düsen eingespritzter Brennstoff eine radiale 30 Brennstoffverteilung um die Mittelauf satzachse aufweist, wobei die Brennstoffverteilung eine ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung und eine ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung umfasst.

35 Die vorteilhafte Brennstoffverteilung kann durch Variation der Abstände, der Durchmesser, der Neigungswinkel und/oder des Verlaufs der Umfangslinie erzeugt werden. Wie bereits oben ausgeführt lässt sich ein derartiges Brennstoff profil

mittels einer ringförmigen, senkrecht zur Mittelauf satzachse verlaufenden Umfangslinie erzeugen, entlang derer voneinander gleich beabstandete Vollstrahldüsen angeordnet sind, deren Durchmesser abwechselnd zwei voneinander unterschiedliche 5 Größen aufweisen.

Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung und die ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung einander 10 überlappen.

Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung und die ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung einen 15 Abstand voneinander aufweisen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher beschrieben. Die Merkmale der Ausführungsbeispiele können hier- 20 bei einzeln oder in Kombination miteinander vorteilhaft sein.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Hauptbrenner der erfindungsgemäßen Brenneranordnung 25 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 zeigt schematisch einen Schnitt durch den Aufsatz 13 des in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels in perspektivischer Ansicht,

30 Fig. 3 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Hauptbrenner der erfindungsgemäßen Brenneranordnung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Hauptbrenner der erfindungsgemäßen Brenneranordnung 35 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 5 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung des in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen 5 Hauptbrenner der erfindungsgemäßen Brenneranordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 7 zeigt einen Querschnitt des in Fig. 6 dargestellten Aufsatzes, 10

Fig. 8 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung des in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiels,

Fig. 9 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen 15 Hauptbrenner der erfindungsgemäßen Brenneranordnung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel,

Fig. 10 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen 20 Hauptbrenner der erfindungsgemäßen Brenneranordnung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel,

Fig. 11 zeigt schematisch einen Querschnitt durch ein 25 radiales Brennstoffprofil, welches mittels des in Figur 10 dargestellten Hauptbrenners erzeugbar ist, und

Fig. 12 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Brenneranordnung in perspektivischer Ansicht.

Fig. 1 zeigt ein Detail einer erfindungsgemäßen 30 Brenneranordnung im Bereich eines Hauptbrenners 107. In dem Gehäuse 12 des Hauptbrenners 107 sind um die Lanze herum Drallschaufeln 17 angeordnet. Die Drallschaufeln 17 sind entlang des Umfanges der Lanze in dem Gehäuse 12 angeordnet. Durch die Drallschaufeln 17 wird ein Verdichterluftstrom 15 35 in den zu einer Brennkammer führenden Teil des Brenners 107 geleitet. Die Luft wird durch die Drallschaufeln 17 in eine Drallbewegung versetzt. Die Lanze umfasst zudem einen

Brennstoff kanal 16. Der Brenner 107 umfasst weiterhin einen an der zu einer Brennkammer hinführenden Seite einen Aufsatz 13. Der Aufsatz 13 kann z.B. mit der Lanze verschweißt oder verschraubt sein. Die Brennstoff düsen sind in dem Aufsatz 13 5 vorzugsweise stromab der Drallschaufeln 17 angeordnet und sind dabei strömungstechnisch mit dem Brennstoff kanal 16, hier als Ölkanal dargestellt, verbunden. Bevorzugt umfasst die erfindungsgemäße Brenneranordnung acht solche Hauptbrenner 107 kreisrund angeordnet (siehe Figur 12) . Dabei 10 werden die Hauptbrenner 107 um einen (siehe Figur 12) Pilotbrenner mit Pilotkonus angeordnet.

Bisherige im Stand der Technik eingesetzte Druck-Drall-Düsen weisen hohe Druckpulsationen auf. Gerade im Grundlastbetrieb 15 treten hier jedoch große Probleme auf. Dies wird mithilfe der Erfindung nun vermieden.

Daher sind die mehreren Brennstoff düsen erfindungsgemäß als Vollstrahldüsen 1 ausgestaltet. Die Ausgestaltung der Düse 20 als Vollstrahldüse 1, die Vollstrahldüsengröße und auch - anordnung ermöglichen es dabei die Eindringtiefe des Brennstoffes so einzustellen, dass ein vorteilhaftes Brennstoff profil entsteht. Als Parameter stehen dabei die Durchmesser der Vollstrahldüsen 1 und die Anzahl der 25 Vollstrahldüsen 1 zur Verfügung. Im Zusammenspiel mit dem zentralen Pilotbrenner wird die Brennstoffverteilung dabei so eingestellt, dass die Zündung des Brennstoff -Luftgemisches mit einer vorteilhaften Zeitverzögerung geschieht. Die Zeitverzögerung zwischen der Eindüsung und der Verbrennung 30 des Brennstoffes ist maßgeblich für die Ausbildung thermoakustischer Rückkoppelungsschleifen, aus welchen Brennkammerpulsationen entstehen können. Die Vollstrahldüsen 1 weisen eine Länge auf, wobei das Länge zu Durchmesser Verhältnis mindestens 1,5 ist, um eine gute Durchmischung zu 35 erzielen. Dadurch ist nämlich die Divergenz des Vollstrahles klein genug, so dass es nicht zu einem unerwünschten Ausschleudern von Tropfen kommt.

Durch den Einsatz von Vollstrahldüsen 1 kann somit die Einstellung des Brennstoff profils, insbesondere der radialen Brennstoffverteilung sehr effektiv verändert werden.

Gegenüber einer Druck-Drall-Düse hat die Vollstrahldüse 1 den Vorteil, dass ein höherer Brennstoff Vordruck vor allem in einer größeren Eindringtiefe umgesetzt wird. Bei den Druck-Drall-Düsen des Stands der Technik werden durch einen höheren Vordruck kleinere Tropfen gebildet, die wiederum weniger effektiv eindringen. Daraus folgt, dass für eine erhöhte Eindringtiefe bei Druck-Drall- Düsen ein deutlich höherer Druck nötig ist, als bei Vollstrahldüsen. Damit lassen sich mit der Vollstrahldüse 1, z.B. teure Pumpen, die mehr Brennstoff Vordruck liefern können, oder Rohrleitungssysteme mit hohen Druckstufen vermeiden.

Die Fig. 2 zeigt schematisch einen Schnitt durch den Aufsatz 13 in perspektivischer Ansicht. Die Mittelauf satzachse des Aufsatzes 13 ist durch die Bezugsziffer 18 gekennzeichnet. Der Aufsatz 13 ist zur Brennkammer hin kegelförmig, spitz zulaufend ausgestaltet. Er umfasst mehrere, im vorliegenden Ausführungsbeispiel vier, Vollstrahldüsen 1. Die Vollstrahldüsen 1 sind am äußeren Umfang des Aufsatzes 13 angeordnet. Die Mittelachsen der Vollstrahldüsen 1 sind durch die Bezugsziffer 19 gekennzeichnet. Die Mittelachsen 19 der Vollstrahldüsen 1 weisen zur Mittelauf satzachse 18 des Aufsatzes 13 einen Winkel 20 auf. Der Brennstoff tritt entlang der durch die Bezugsziffer 26 gekennzeichneten Strömungsrichtung durch den Brennstoff kanal 16 in den Aufsatz 13 ein. Der Brennstoff wird dann durch die Vollstrahldüsen 1 in Richtung 25 in den von den Drallschaufeln 17 kommenden Luftstrom eingedüst. Die Mittelachse 19 der Vollstrahldüsen 1 wird im Wesentlichen senkrecht (90 Grad) zur Mittelauf satzachse 18 der Vollstrahldüsen 1 angeordnet. Auch kann die Mittelachse 19 der Düse 1 senkrecht zur Aufsatzoberfläche sein. Somit wird der Stahl senkrecht in den Luftstrom eingebracht; eine sehr gute Durchmischung ist die Folge. Auch eine Anordnung von 90° +/- 30 °Grad, insbesondere 90° +/-10°Grad, von der Mittelachse 19 der Vollstrahldüsen 1

zur Achse 18 oder zur Aufsatzoberfläche ergibt jedoch eine sehr vorteilhafte Anordnung.

Der Aufsatz 13 umfasst einen zylindrischen 130 und ein zu einer Brennkammer hin konischen zulaufenden Teil 140. Dabei kann der konische Teil 140 einen Konuswinkel von 10-20° Grad aufweisen. Durch diese Ausgestaltung erfolgt an der Aufsatzspitze kein Abriss der Strömung. Dabei können die Vollstrahldüsen 1 auf dem konischen zulaufenden Teil 140 des Aufsatzes 13 angeordnet sein. Die Position der Vollstrahldüsen 1 kann sich abhängig von der Selbstzündzeit des Gemisches ändern. Um eine gute Brennstoffverteilung zu erreichen, werden acht bis zwölf Vollstrahldüsen pro Aufsatz 13 bevorzugt eingesetzt (nicht gezeigt). Vorteilhaft sind auch sechs bis sechzehn Vollstrahldüsen 1 (nicht gezeigt). Diese sind am Umfang des Aufsatzes 13 gleichmäßig verteilt. Eine gute Brennstoffverteilung ist notwendig, um die Emissionsgrenzwerte einzuhalten und Rußbildung zu vermeiden. Die Vollstrahldüsen 1 können als Bohrungen in dem Aufsatz 13 ausgebildet sein. Vorteilhaft hinsichtlich der Durchmischung ist insbesondere ein Länge zu Durchmesser Verhältnis von sechs bis vierzehn. Die Länge der Vollstrahldüse sei mit der Bezugsziffer 32 bezeichnet. Der Durchmesser der Vollstrahldüse mit der Bezuggröße 33. Bevorzugter Durchmesser der Vollstrahldüsen 1 sind dabei 0,55-0,8 mm, auch vorteilhaft sind 0,5 - 1 mm (nicht gezeigt).

Insbesondere, ebenfalls nicht gezeigt, sind auch die Kombinationen von acht Düsen mit einem Durchmesser von 0,7-0,8 mm, oder von zehn Düsen mit 0,6-0,7 mm Durchmesser und von zwölf Düsen mit 0,55 - 0,65 mm Durchmesser vorteilhaft.

Zudem lässt sich durch die Vollstrahldüsen 1 unproblematisch eine Anpassung an andere thermodynamische Bedingungen, welche z.B. in einer geänderten Luftquerströmungsgeschwindigkeit, Luftdichte oder Brennstoffmassenstrom resultieren, vollziehen, indem der Durchmesser 33 der Vollstrahldüsen 1 entsprechend angepasst wird.

5 Zusätzlich ist es auch möglich, durch Anpassen des Durchmessers 33 der Vollstrahldüsen 1 ein optimiertes Design für Wasseranteile bereitzustellen. Dies kann z.B. interessant sein, wenn die Emissionsgrenzen, insbesondere für NO_x, erhöht werden. Dies passiert etwa in wasserarmen Regionen, wo Gasturbinen 1 auch für die Süßwasseraufbereitung eingesetzt werden .

10 Die Figur 3 zeigt ein Detail der erfindungsgemäßen Brenneranordnung im Bereich eines Hauptbrenners 107. Der Hauptbrenner 107 umfasst ein zylinderförmiges Gehäuse 12, in welchem zentral eine Lanze 14 angeordnet ist, die von einem Hauptwirler 10 umfasst ist. Der schematisch dargestellte Hauptwirler 10 weist Drallschaufeln 17 (nicht dargestellt) auf, welche die Lanze 14 am Gehäuse 12 abstützen. Durch den Hauptwirler 10 strömt ein Verdichterluftstrom 15 in Richtung Brennkammer (nicht dargestellt) . Die Lanze 14 erstreckt sich entlang einer Mittelauf satzachse 18, an der in 20 Richtung Brennkammer (nicht dargestellt)ein Aufsatz 13 angeordnet ist. Der Aufsatz 13 weist einen zylindrischen Teil 130 auf und geht in Richtung zur Brennkammer hin in einen konisch zulaufenden Teil 140 über. In dem konisch zulaufenden Teil 140 des Aufsatzes 13 befinden sich durch Kreise 25 angedeutete Vollstrahldüsen 1, welche entlang einer senkrecht zur Mittelauf satzachse 18 und ringförmig um die Mittelauf satzachse 18 herum verlaufenden Umfangslinie 11 angeordnet sind. Mit anderen Worten sind die sich zur Aufsatzoberfläche hin öffnenden Ausgänge der Vollstrahldüsen 30 1 entlang einer auf der Aufsatzoberfläche verlaufenden Umfangslinie 11 angeordnet, wobei die Umfangslinie 11 in Umfangsrichtung 22 um den Aufsatz 13 herum verläuft. Von der Umfangslinie 11 ist in der Schnittansicht eine Hälfte zu erkennen. Die Umfangsrichtung 22 verläuft nicht zwangsläufig senkrecht zur Mittelauf satzachse 18. Wichtig hierbei ist nur, dass die in Umfangsrichtung 22 auf der Aufsatzoberfläche verlaufende Umfangslinie 11 die Mittelauf satzachse 18 35 umrundet. Die in der Figur 3 dargestellte Umfangslinie 11

muss keine reale Entsprechung haben, sondern dient nur zur Beschreibung der Vollstrahldüsen-Anordnung. Gemäß dem dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Brenneranordnung variiert die Anzahldichte der Vollstrahldüsen 1 in Umfangsrichtung 22, da die Anzahldichte der Vollstrahldüsen 1 oberhalb der Mittelauf satzachse 18 größer ist als unterhalb der Mittelauf satzachse 18. Zur Erhöhung der Brennstoff konzentration zwischen Pilotbrenner (nicht dargestellt) und Hauptbrenner 107 ist die oberhalb der Mittelauf satzachse 18 dargestellte Seite des Aufsatzes 13 dem Pilotbrenner (nicht dargestellt) zugewandt. Die Mittelachsen 19 der Vollstrahldüsen 1 verlaufen gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel senkrecht zur Aufsatzoberfläche. Das heißt, jede der Mittelachsen 19 verläuft in Richtung einer Oberflächennormalen 23. Zur Verdeutlichung des Begriffs Oberflächennormale sind willkürlich herausgegriffene Oberflächennormalen 23a, 23b, 23c in Figur 3 dargestellt, wobei die Oberflächennormale 23b im Ausgangsbereich einer Vollstrahldüse 1 eingezeichnet ist.

Figur 4 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Details einer erfindungsgemäßen Brenneranordnung im Bereich eines Hauptbrenners 107 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel. Der Aufbau des Hauptbrenners entspricht hierbei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel bis auf die Anordnung der Vollstrahldüsen 1. Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel sind diese entlang einer ringförmigen und senkrecht zur Hauptaufsatzlinie 18 verlaufenden Umfangslinie 11 angeordnet. Die Neigung der Mittelachsen 19 der Vollstrahldüsen verläuft hierbei alternierend entlang der Umfangslinie 11. Die Mittelachse 19 und damit auch die Richtung 25 des Brennstoff Strahls, in der er die Vollstrahldüse verlässt, verläuft bei einer ersten Vollstrahldüse senkrecht zur Aufsatzoberfläche und damit in Richtung einer Oberflächennormalen 23. Die Mittelachse 19 der auf der Umfangslinie 11 folgenden Vollstrahldüse 1 ist hiervon abweichend um 10 Grad in Richtung der Mittelauf satzachse 18

in Strömungsrichtung des Verdichterluftstromes 15 geneigt. In diesem Sinne variiert die Neigung der Mittelachsen 19 der Vollstrahldüsen 1 in Umfangsrichtung 22 entlang der Umfangslinie 11. Der eingezeichnete Winkel ϕ bezeichnet den 5 Winkel zwischen Mittelachse 19 und Aufsatzoberfläche.

Die Figur 5 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung des in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiels. Dargestellt ist exemplarisch der Winkel ϕ zwischen Mittelachse 19 und 10 Aufsatzoberfläche einiger Vollstrahldüsen 1 als Funktion der Umfangsposition entlang der Umfangslinie 11. Der Winkel ϕ ist mit Anstellwinkel bezeichnet.

Die Figur 6 zeigt eine schematische Schnittansicht eines 15 Hauptbrenners 107 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel. Der Aufbau des Hauptbrenners 07 entspricht hierbei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel bis auf die Anordnung der Vollstrahldüsen 1. Gemäß dem vierten 20 Ausführungsbeispiel sind die Vollstrahldüsen 1 entlang einer ringförmigen und senkrecht zur Hauptaufsatzlinie 18 verlaufenden Umfangslinie 11 angeordnet. Die Neigung der Mittelachsen 19 der Vollstrahldüsen verläuft hierbei alternierend entlang der Umfangslinie 11. Die Mittelachse 19 und damit auch die Richtung 25 des Brennstoff Strahls, in der 25 er die Vollstrahldüse 1 verlässt, verläuft bei einer ersten Vollstrahldüse 1 senkrecht zur Aufsatzoberfläche und damit in Richtung einer Oberflächennormalen 23. Die Mittelachse 19 der auf der Umfangslinie 11 folgenden Vollstrahldüse 1 ist hiervon abweichend um 20 Grad in Umfangsrichtung 22 geneigt. 30 Der Neigungswinkel in Umfangsrichtung 22 kann auch mit Azimutwinkel bezeichnet werden.

Figur 7 zeigt zur Verdeutlichung des in Figur 6 dargestellten vierten Ausführungsbeispiels einen Querschnitt des Aufsatzes 35 13 auf axialer Höhe der Umfangslinie 11. Die entlang der Umfangslinie 11 angeordneten Vollstrahldüsen 1 sind durch Kreise verdeutlicht. Mit anderen Worten sind die Öffnungen der Vollstrahldüsen entlang der Umfangslinie 11 angeordnet.

Die Mittelachsen 19 der Vollstrahldüsen und damit auch die Richtung 25 des die Vollstrahldüse verlassenden Brennstoff Strahls verlaufen abwechselnd senkrecht zur Aufsatzoberfläche und damit in Richtung einer

5 Oberflächennormalen 23 bzw. hiervon ausgehend um 20 Grad in Umfangsrichtung 22 geneigt. Der Winkel zwischen Oberflächenormalen 23 und Mittelachse 19 ist mit ψ bezeichnet.

10 Figur 8 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung des in Figur 6 dargestellten vierten Ausführungsbeispiels. Dargestellt ist exemplarisch der Winkel zwischen Mittelachse 19 und Oberflächenormalen 23 in Umfangsrichtung (Azimutwinkel ψ) einiger Vollstrahldüsen 1 als Funktion der Umfangsposition

15 entlang der Umfangslinie 11.

Figur 9 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Hauptbrenners 107 gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel. Der Aufbau des Hauptbrenners 107 entspricht hierbei dem in

20 Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel bis auf die Anordnung der Vollstrahldüsen 1. Diese sind entlang einer helixförmigen Umfangslinie 11 angeordnet, wobei der Durchmesser der Vollstrahldüsen 1 entgegengesetzt zur Strömungsrichtung des Verdichterluftstroms 15 ansteigt. Die

25 bei Durchströmung des Hauptwirlers 10 verdrallte Luft strömt entlang von Stromlinien 27 entlang des Aufsatzes 13 in Richtung Brennkammer (nicht dargestellt). Die helixförmige Umfangslinie 11 verläuft hierbei derart, dass die Vollstrahldüsen 1 auf einer gemeinsamen Stromlinie 27

30 angeordnet sind.

Figur 10 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Hauptbrenners 107 gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel. Der Aufbau des Hauptbrenners 107 entspricht hierbei dem in

35 Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel bis auf die Anordnung der Vollstrahldüsen 1. Diese sind entlang einer ringförmigen und senkrecht zur Mittelauf satzachse verlaufenden Umfangslinie 11 angeordnet, wobei die

Vollstrahldüsen 1 entlang der Umfangslinie 11 Abstände gegeneinander und Durchmesser aufweisen, wobei sich deren Abfolge entlang der Umfangslinie 11 wiederholt. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Vollstrahldüsen 1 voneinander gleich beabstandet, wobei zwischen jeweils zwei Vollstrahldüsen 1 mit gleichem Durchmesser eine Vollstrahldüse 1 mit kleinerem Durchmesser angeordnet ist. Die Mittelachsen (nicht dargestellt) der Vollstrahldüsen 1 weisen senkrecht zur Mittelauf satzachse 18 in radialer Richtung.

Figur 11 zeigt ein mittels der in Figur 10 dargestellten Vollstrahldüsen 1 erzeugbares Brennstof fprofil. Der eingespritzte Brennstoff erzeugt hierbei eine radiale Brennstoffverteilung um die Mittelauf satzachse 18, den Brennstof fkanal 16 und den Aufsatz 13 herum, wobei die Brennstoffverteilung eine ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung 28 aus den Vollstrahldüsen mit großem Durchmesser und eine ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung 29 aus den Vollstrahldüsen mit kleinem Durchmesser umfasst. Die Brennstoffverteilung aus einer einzelnen Vollstrahldüse mit großem Durchmesser ist mit dem Bezugszeichen 30 versehen. Die Brennstoffverteilung aus einer einzelnen Vollstrahldüse mit kleinem Durchmesser ist mit dem Bezugszeichen 31 versehen. Aufgrund der gewählten Abstände zwischen den Vollstrahldüsen 1 und den Größenverhältnissen der Durchmesser überlappen die ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung 28 und die ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung 29 einander.

Figur 12 zeigt eine erfindungsgemäße Brenneranordnung 108 mit einem Pilotbrenner 106 mit Pilotkonus 109 und einer Vielzahl um den Pilotbrenner 106 herum angeordneten Hauptbrennern 107. Jeder der Hauptbrenner 107 umfasst ein im Wesentlichen zylindrisches Gehäuse 12, in welchem zentral eine Lanze angeordnet ist, wobei in Richtung einer Brennkammer (nicht dargestellt) ein Aufsatz 13 an der Lanze angeordnet ist.

Patentansprüche

1. Brenneranordnung (108) für eine Gasturbine mit mindestens einer Brennkammer, mit

- 5 - einem zentral angeordneten Pilotbrenner (106) und
- mehreren den Pilotbrenner umgebenden Hauptbrennern (107),
- wobei jeder der Hauptbrenner (107) ein zylinderförmiges Gehäuse (12) mit einer darin zentral angeordneten, einen

10 Brennstoff kanal (16) für flüssigen Brennstoff aufweisenden Lanze (14) umfasst, wobei die Lanze (14) über Drallschaufeln (17) am Gehäuse (12) abgestützt ist und in Richtung der Brennkammer ein Aufsatz (13) an der Lanze (14) angeordnet ist,

15 - wobei mindestens eine Flüssigbrennstof fdüse in dem Aufsatz (13) vorzugsweise stromab der Drallschaufeln (17) angeordnet und mit dem Brennstoff kanal (16) verbunden ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

20 - die mindestens eine Flüssigbrennstof fdüse als Vollstrahldüse (1) ausgestaltet ist und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) eine Länge (32) und einen Durchmesser (33) aufweist, wobei das Verhältnis Länge (32) zu Durchmesser (33) mindestens 1,5 ist.

25

2. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der Aufsatz (13) einen zylindrischen (130) und ein zu der Brennkammer hin konischen zulaufenden Teil (140) aufweist.

30

3. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der konische Teil (140) einen Konuswinkel von 10-20° Grad aufweist .

35

4. Brenneranordnung (108) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

der Aufsatz (13) eine Mittelauf satzachse (18), und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) eine Mittelachse (19) umfasst und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) in dem Aufsatz (13) so angeordnet ist, dass die Mittelachse (19) der 5 mindestens einen Vollstrahldüse (1) einen Winkel (20) von 90° Grad zu der Mittelauf satzachse (18) des Aufsatzes (13) aufweist .

5 . Brenneranordnung (108) nach einem der vorhergehenden 10 Ansprüche 1-3, dadurch gezeichnet, dass der Aufsatz (13) eine Mittelauf satzachse (18) umfasst, die mindestens eine Vollstrahldüse (1) eine Mittelachse (19) umfasst und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) in dem 15 Aufsatz (13) so angeordnet ist, dass die Mittelachse (19) der mindestens einen Vollstrahldüse (1) einen Winkel (20) zwischen 90°+/-30° Grad zu der Mittelauf satzachse (18) des Aufsatzes (13) aufweist.

20 6 . Brenneranordnung (108) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-3, dadurch gezeichnet, dass der Aufsatz (13) eine Aufsatzoberfläche aufweist und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) eine Mittelachse (19) umfasst, und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) in dem 25 Aufsatz (13) so angeordnet ist, dass die Mittelachse (19) der mindestens einen Vollstrahldüse (1) senkrecht zu dieser Aufsatzoberfläche ist.

30 7 . Brenneranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-3 oder 5, dadurch gezeichnet, dass der Aufsatz (13) eine Aufsatzoberfläche aufweist und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) eine Mittelachse (19) umfasst, und die mindestens eine Vollstrahldüse (1) in dem 35 Aufsatz (13) so angeordnet ist, dass die Mittelachse (19) der mindestens einen Vollstrahldüse (1) mit der

Oberflächennormalen (23) der Aufsatzoberfläche einen Winkel von -10 Grad bis + 10 Grad einschließt.

8. Brenneranordnung (108) nach einem der vorhergehenden

5 Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s f ü r j e d e n der Hauptbrenner (107) acht bis zwölf Vollstrahldüsen (1) mit einem Durchmesser (33) vorgesehen sind, wobei der Durchmesser (33) zwischen 0,55mm-0,8mm ist.

10

9. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s z e n t r a l e n Vollstrahldüsen (1) mit einem Durchmesser (33) zwischen 0,6mm-0,7mm vorgesehen sind.

15

10. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s z w ö l f Vollstrahldüsen (1) mit einem Durchmesser (33) zwischen 0,55mm-0,65 mm vorgesehen sind.

20

11. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s a c h t Vollstrahldüsen (1) mit einem Durchmesser (33) zwischen 0,7mm-0,8mm vorgesehen sind.

25

12. Brenneranordnung (108) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s bei wenigstens einem der Hauptbrenner (107) Vollstrahldüsen (1) entlang wenigstens einer um den Aufsatz (13) herum verlaufenden Umfangslinie (11) angeordnet sind.

35

13. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s bei wenigstens einem der Hauptbrenner (107) auf der dem Pilotbrenner (106) zugewandten Seite des Aufsatzes (13) mehr Vollstrahldüsen (1) angeordnet sind, als auf der dem Pilotbrenner (106) abgewandten Seite des Aufsatzes (13).

14. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 entlang wenigstens einer Umfangslinie (11) die Anzahldichte der Vollstrahldüsen (1) in Umfangsrichtung (22) variiert.

15. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 entlang wenigstens einer Umfangslinie (11) Vollstrahldüsen (1) derart angeordnet sind, dass eine Neigung der Mittelachsen (19) der Vollstrahldüsen (1) in Richtung der Mittelauf satzachse (18) in Umfangsrichtung (22) variiert.

15 16. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mittelachsen (19) der entlang der Umfangslinie (11) angeordneten Vollstrahldüsen (1) alternierend ausgerichtet
20 sind, wobei die Mittelachsen (19) abwechselnd senkrecht zur Mittelauf satzachse (18) verlaufen und hiervon abweichend um höchstens 20 Grad in Richtung der Mittelauf satzachse (18) geneigt sind.

25 17. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
entlang wenigstens einer Umfangslinie (11) Vollstrahldüsen (I) derart angeordnet sind, dass die Mittelachse (19) wenigstens einer Vollstrahldüse (1) ausgehend von einer Position senkrecht zur Mittelauf satzachse (18) eine Neigung
30 in Umfangsrichtung (22) aufweist.

18. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vollstrahldüsen (1) entlang wenigstens einer Umfangslinie (II) unterschiedliche Durchmesser (33) aufweisen.

19. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Vollstrahldüsen (1) entlang wenigstens einer Umfangslinie (11) einen gleichen Durchmesser (33) aufweisen.

20. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 19,

10 dadurch gekennzeichnet, dass

die Vollstrahldüsen (1) wenigstens entlang zweier Umfangslinien (11) angeordnet sind.

21. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 20,

15 dadurch gekennzeichnet, dass

die wenigstens zwei Umfangslinien (11) an unterschiedlichen axialen Positionen ringförmig und senkrecht zur Mittelauf satzachse (18) verlaufen.

20 22. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

die entlang einer stromauf liegenden Umfangslinie (11)

angeordneten Vollstrahldüsen (1) einen größeren Durchmesser (33) aufweisen als die entlang einer stromab liegenden

25 Umfangslinie (11) angeordneten Vollstrahldüsen (1).

23. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

die entlang einer stromauf liegenden Umfangslinie (11)

30 angeordneten Vollstrahldüsen (1) einen kleineren Durchmesser (33) aufweisen als die entlang einer stromab liegenden Umfangslinie (11) angeordneten Vollstrahldüsen (1).

24. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 22 oder 23,

35 dadurch gekennzeichnet, dass

entlang der stromab liegenden Umfangslinie (11) angeordneten

Vollstrahldüsen (1) und entlang der stromauf liegenden

Umfangslinie (11) angeordnete Vollstrahldüsen (1) auf

gemeinsamen Stromlinien (27) angeordnet sind, wobei bei Durchströmung der Drallschaufeln (17) mit Luft diese entlang der Stromlinien (27) verdrallbar ist.

- 5 25. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der stromab liegenden Umfangslinie (11) angeordnete Vollstrahldüsen (1) und entlang der stromauf liegenden Umfangslinie (11) angeordnete Vollstrahldüsen (1) derart zueinander versetzt angeordnet sind, dass bei Durchströmung der Drallschaufeln (17) mit Luft diese entlang von Stromlinie (27) verdrallbar ist, auf welchen nur jeweils eine der Vollstrahldüsen (1) angeordnet ist.
- 15 26. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der stromab liegenden Umfangslinie (11) angeordnete Vollstrahldüsen (1) Brennstoff an die gleiche radiale Position eindüsen wie entlang der stromauf liegenden Umfangslinie (11) angeordnete Vollstrahldüsen (1).
- 25 27. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Vollstrahldüsen (1) entlang wenigstens einer helixförmigen Umfangslinie (11) angeordnet sind.
- 30 28. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchmesser (33) der entlang der wenigstens einen helixförmigen Umfangslinie (11) angeordneten Vollstrahldüsen (1) derart ausgebildet sind, dass die Durchmesser (33) in Strömungsrichtung ansteigen.
- 35 29. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass

die Durchmesser (33) der entlang der wenigstens einen helixf örmigen Umfangslinie (11) angeordneten Vollstrahldüsen (1) derart ausgebildet sind, dass die Durchmesser (33) entgegengesetzt zur Strömungsrichtung ansteigen.

5

30. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 27 bis 29,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Vollstrahldüsen (1) entlang zweier helixf örmiger
10 Umfangslinien (11) angeordnet sind.

31. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 27,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
15 die entlang einer Umfangslinie (11) angeordneten
Vollstrahldüsen (1) Abstände gegeneinander und Durchmesser
(33) aufweisen, wobei sich deren Abfolge entlang der
Umfangslinie (11) wiederholt.

20 32. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 31,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
entlang der Umfangslinie (11) zwischen jeweils zwei
Vollstrahldüsen (1) mit gleichem Durchmesser (33) eine
Vollstrahldüse (1) mit kleinerem Durchmesser (33) angeordnet
25 ist.

33. Brenneranordnung nach Anspruch 32,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Vollstrahldüse (1) mit dem kleineren Durchmesser (33)
30 näher zu einer der beiden Vollstrahldüsen (1) mit größerem
Durchmesser (33) angeordnet ist.

34. Brenneranordnung (108) nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 33,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die entlang wenigstens einer Umfangslinie (11) angeordneten
Vollstrahldüsen (1) derart ausgebildet sind, dass ein mittels
der Vollstrahldüsen (1) eingespritzter Brennstoff eine

radiale Brennstoffverteilung um die Mittelauf satzachse (18) erzeugt, wobei die Brennstoffverteilung eine ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung (28) und eine ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung (29) umfasst.

5

35. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung (28) und die ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung (29) einander überlappen.

10 36. Brenneranordnung (108) nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Zone einer ersten Brennstoffverteilung (28) und die ringförmige Zone einer zweiten Brennstoffverteilung (29) einen Abstand voneinander aufweisen.

FIG 1

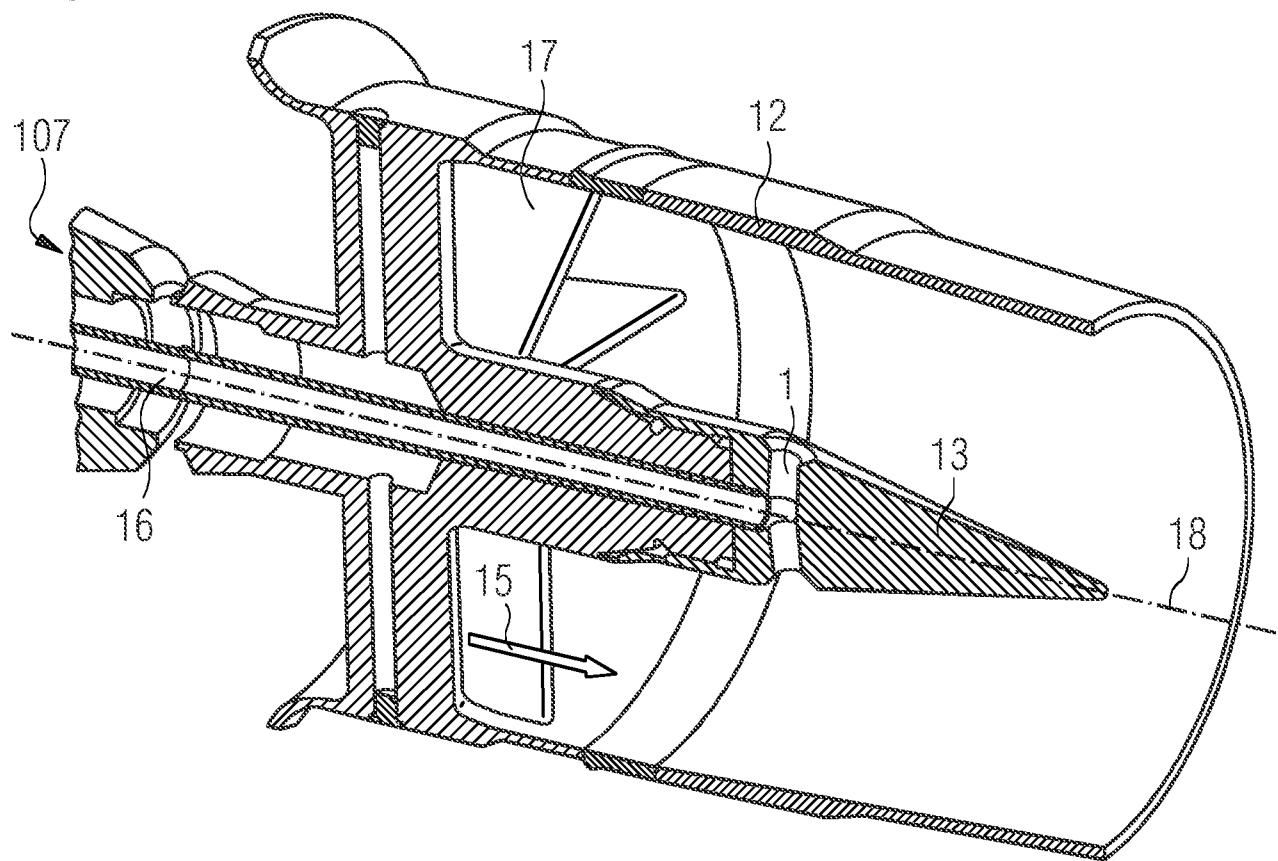


FIG 2

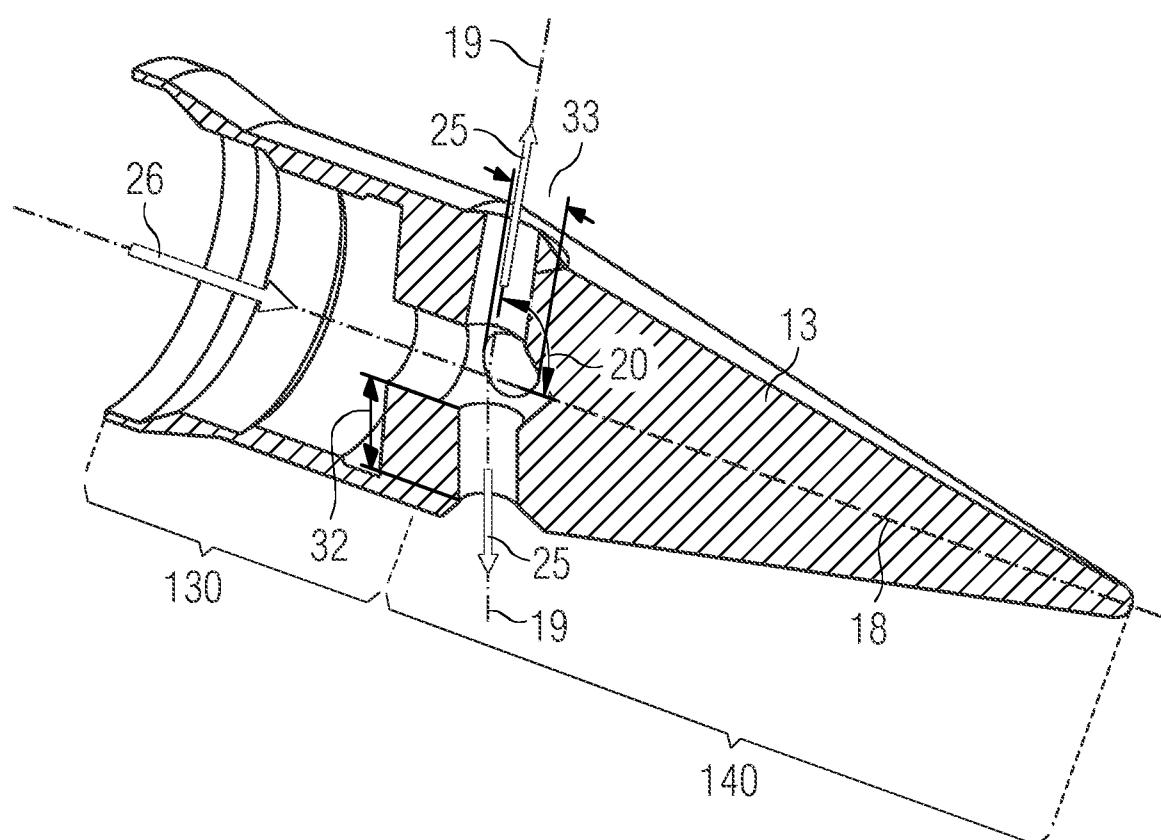


FIG 3

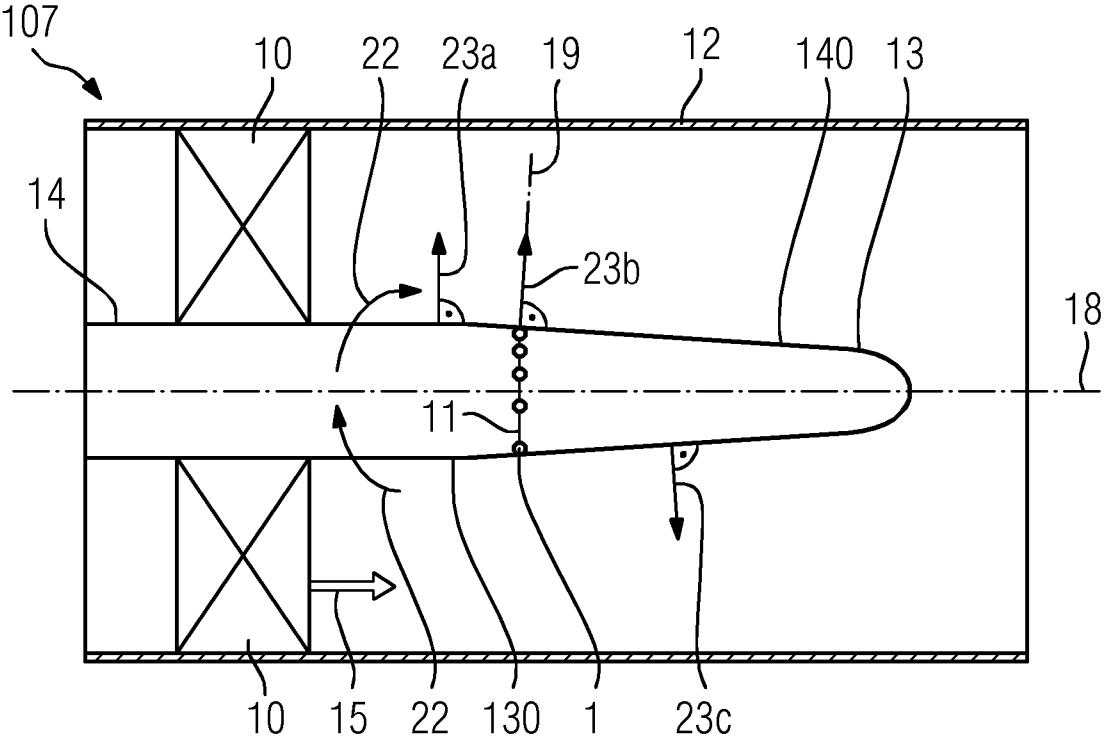


FIG 4

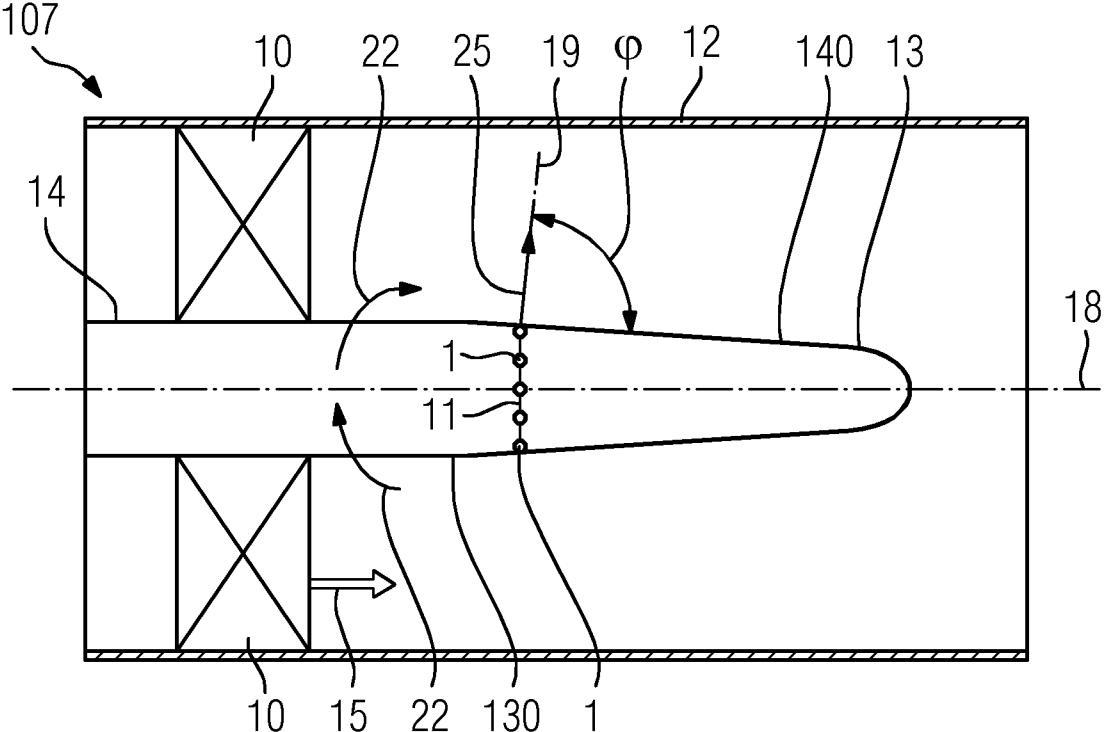


FIG 5

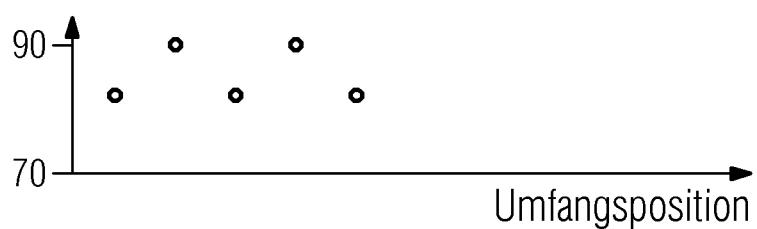
Anstellwinkel φ [°]

FIG 6

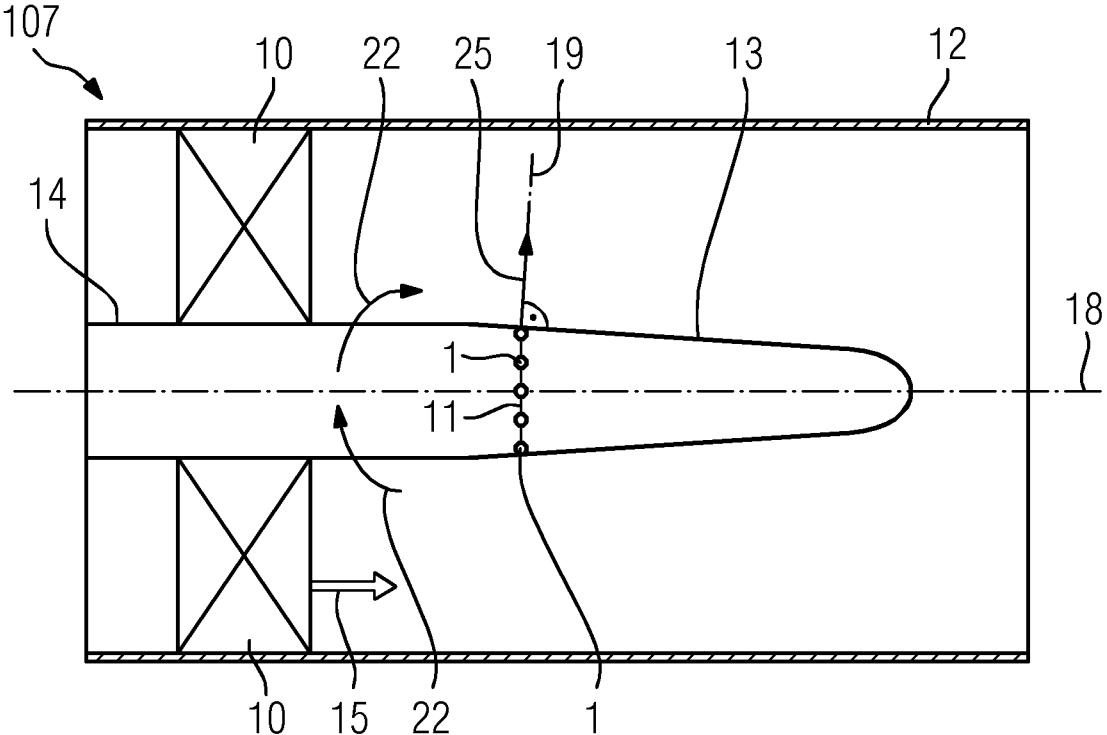


FIG 7

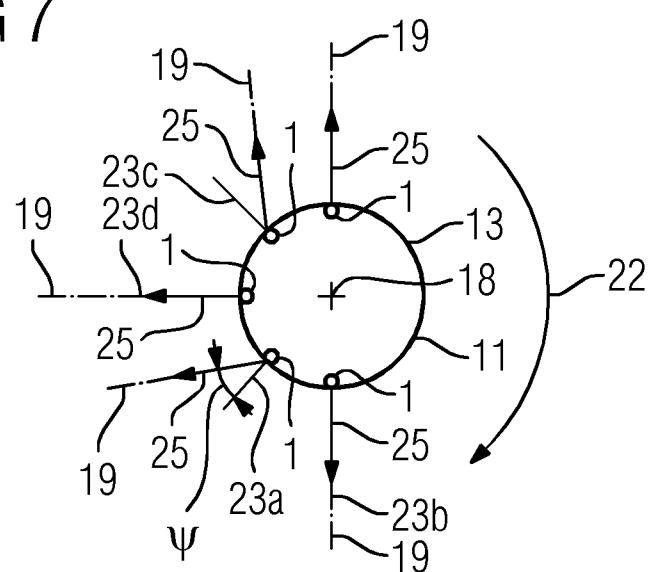


FIG 8

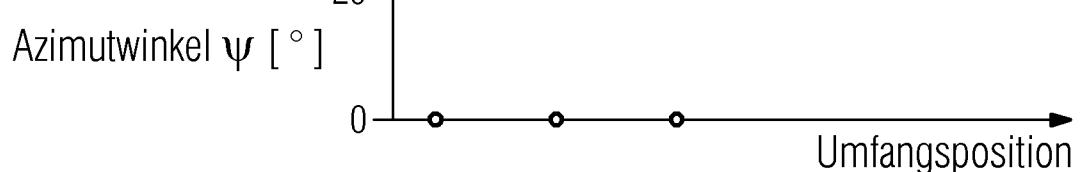


FIG 9

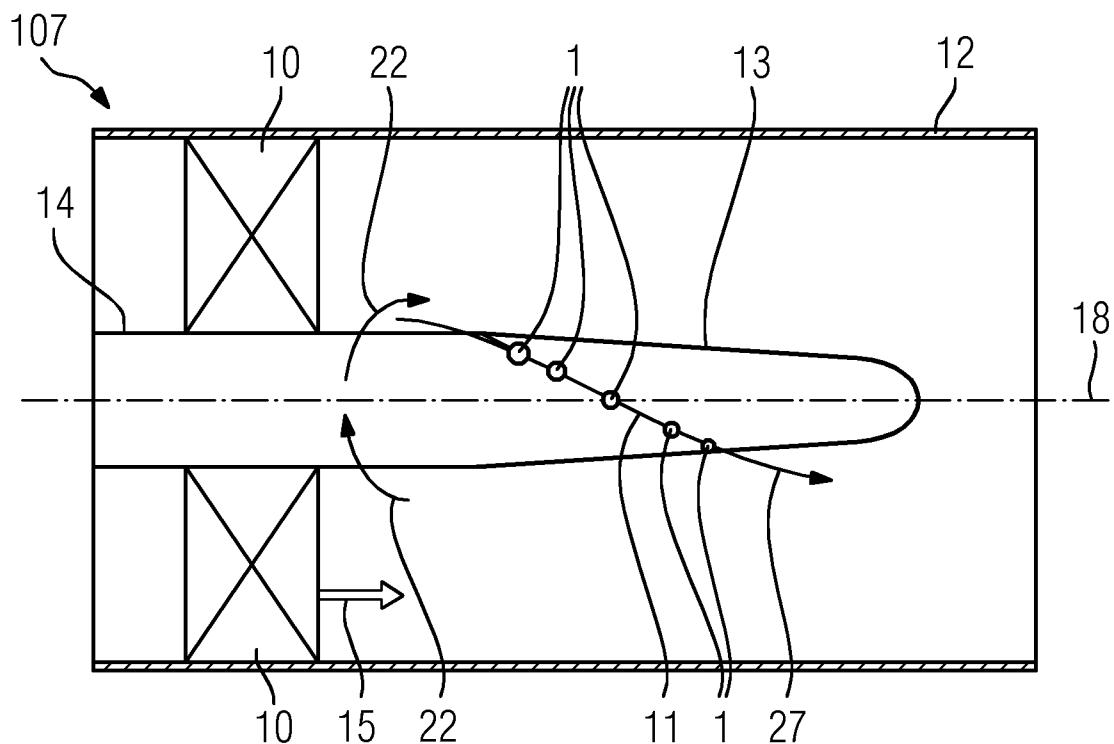


FIG 10

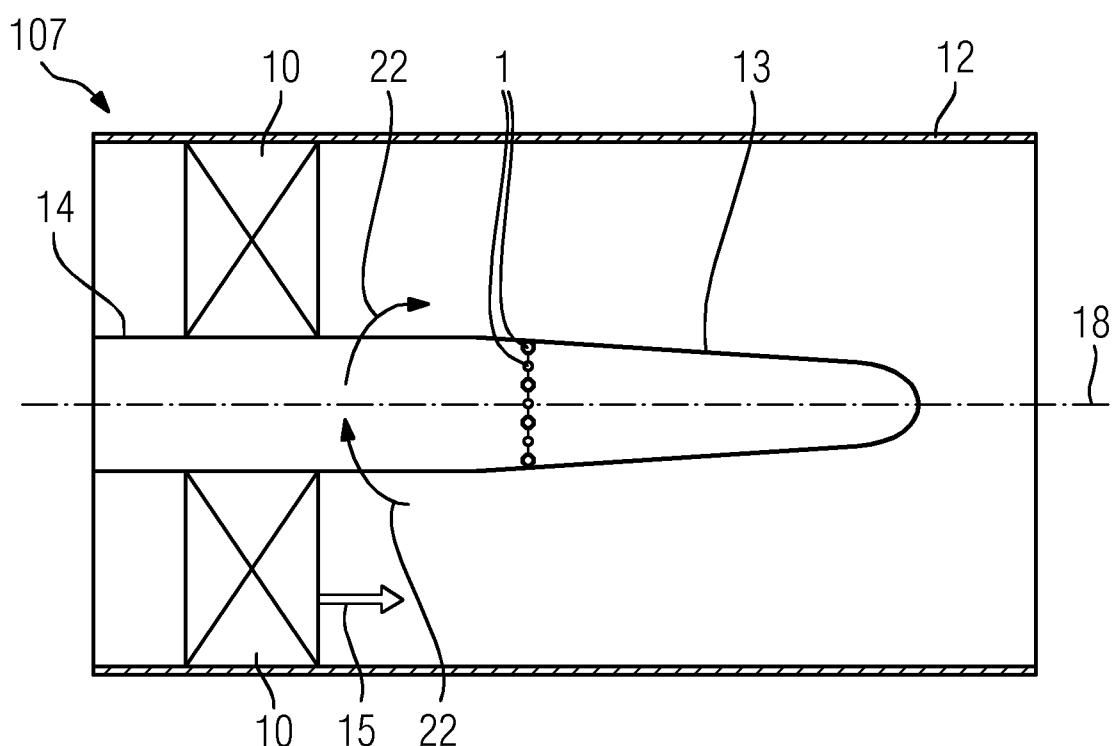


FIG 11

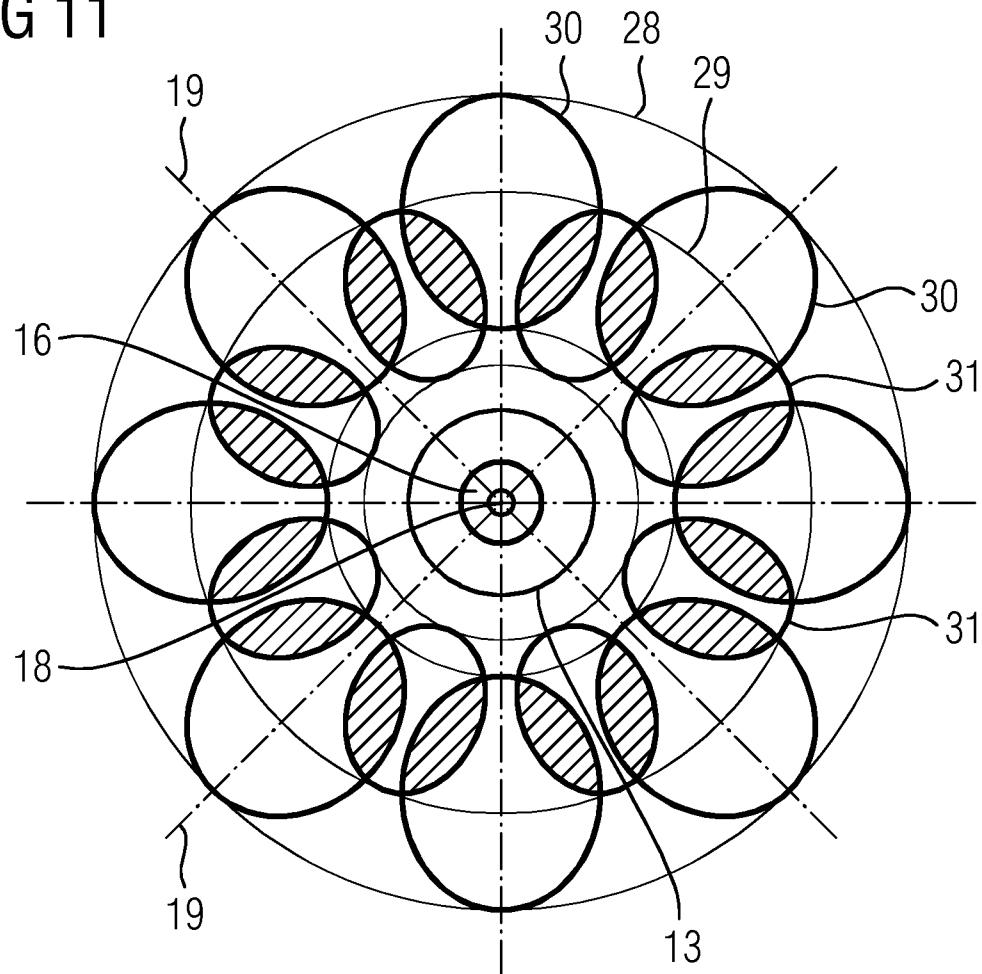
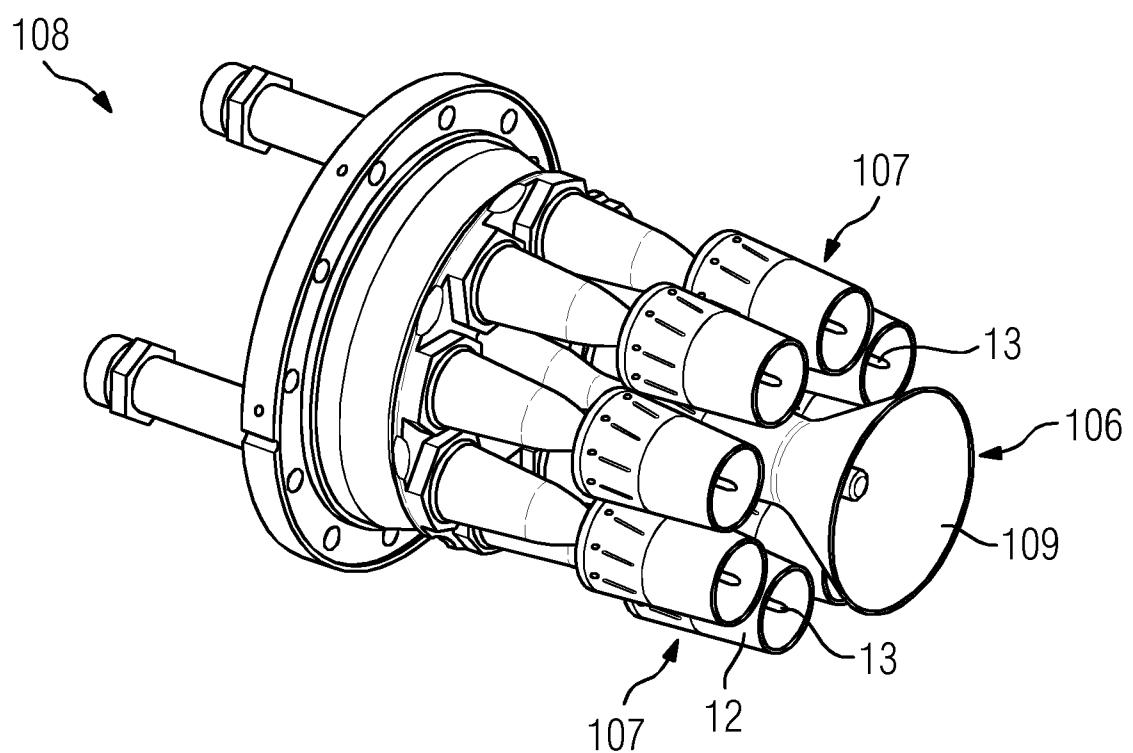


FIG 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/061101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F23D11/38 F23R3/28
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)
F23R F23D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	US 3 904 119 A (WATKINS SIDNEY C) 9 September 1975 (1975-09-09) column 2, line 10 - line 42; figures 1-4 ----- US 6 141 967 A (ANGEL PAUL R [US] ET AL) 7 November 2000 (2000-11-07) column 7, line 17 - column 8, line 12 figures 2, 12 ----- WO 99/19670 A2 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US] SIEMENS WESTINGHOUSE POWER [US]) 22 April 1999 (1999-04-22) page 3, line 4 - line 7 page 4, line 31 - page 5, line 10; figures 1-4 ----- ----- -/- -	1,4-12 , 19 1-3 ,5 , 7-11 1-3
A		

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

14 September 2011

23/09/2011

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Härder, Sebastian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2011/061101

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	EP 0 870 989 A2 (EUROP GAS TURBINES LTD [GB]) 14 October 1998 (1998-10-14) column 2, line 44 - column 5, line 58; figures 1-8 -----	18,20, 21,23
A	US 5 680 766 A (JOSHI NARENDRA D [US] ET AL) 28 October 1997 (1997-10-28) column 5, line 31 - line 64; figure 5 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/061101

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 3904119	A 09-09-1975	NONE		
US 6141967	A 07-11-2000	NONE		
WO 9919670	A2 22-04-1999	AU 1995199 A		03-05-1999
EP 0870989	A2 14-10-1998	DE 69825804 D1 DE 69825804 T2 GB 2324147 A US 6216466 B1		30-09-2004 01-09-2005 14-10-1998 17-04-2001
US 5680766	A 28-10-1997	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/061101

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F23D11/38 F23R3/28

ADD.

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte MindestprUfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F23R F23D

Recherchierte, aber nicht zum MindestprUfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 904 119 A (WATKINS SIDNEY C) 9. September 1975 (1975-09-09) Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 42; Abbildungen 1-4 ----- US 6 141 967 A (ANGEL PAUL R [US] ET AL) 7. November 2000 (2000-11-07) Spalte 7, Zeile 17 - Spalte 8, Zeile 12 Abbildungen 2, 12 ----- WO 99/19670 A2 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US] SIEMENS WESTINGHOUSE POWER [US]) 22. April 1999 (1999-04-22) Seite 3, Zeile 4 - Zeile 7 Seite 4, Zeile 31 - Seite 5, Zeile 10; Abbildungen 1-4 ----- -/- -	1,4-12 , 19 1-3 , 5 , 7-11 1-3
A		

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14. September 2011

23/09/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Härder, Sebastian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/061101

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 870 989 A2 (EUROP GAS TURBINES LTD [GB]) 14. Oktober 1998 (1998-10-14) Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 5, Zeile 58; Abbildungen 1-8 -----	18,20, 21,23
A	US 5 680 766 A (JOSHI NARENDRA D [US] ET AL) 28. Oktober 1997 (1997-10-28) Spalte 5, Zeile 31 - Zeile 64; Abbildung 5 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/061101

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3904119	A	09-09-1975	KEINE		
US 6141967	A	07-11-2000	KEINE		
WO 9919670	A2	22-04-1999	AU 1995199 A		03-05-1999
EP 0870989	A2	14-10-1998	DE 69825804 D1 DE 69825804 T2 GB 2324147 A US 6216466 B1		30-09-2004 01-09-2005 14-10-1998 17-04-2001
US 5680766	A	28-10-1997	KEINE		