



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.2024 Patentblatt 2024/31

(21) Anmeldenummer: **24154004.6**

(22) Anmeldetag: **25.01.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23R 3/10 ^(2006.01) **F23R 3/28** ^(2006.01)
F23C 7/02 ^(2006.01) **F23C 9/06** ^(2006.01)
F23D 14/58 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23C 7/02; F23C 9/06; F23D 14/583;
F23R 2900/03282

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(30) Priorität: **27.01.2023 DE 102023102018**

(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**
53227 Bonn (DE)

(72) Erfinder: **Prof. Dr.-Ing. Huber, Andreas**
78549 Spaichingen (DE)

(74) Vertreter: **Fleck, Julia Maria**
Jeck, Fleck & partner mbB
Patentanwälte
Klingengasse 2
71665 Vaihingen/Enz (DE)

(54) **BRENNERKOPF UND BRENNERSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft einen Brennerkopf (1) zum Einsatz in einem entlang einer Längsachse (L) ausgerichteten Brennersystem, insbesondere für Gasturbinen, der zumindest eine Düsenanordnung (10) aufweist, mit

- zumindest einer Oxidatordüse (12) zur drallfreien Zufuhr von Oxidator (122) in eine Brennkammer (10) des Brennersystems, wobei die Oxidatordüse (12) bezüglich einer Mittelachse (M1) angeordnet ist und einen Austritt (120) zur Mündung in die Brennkammer (3) über eine Stirnseite aufweist, und
- zumindest einer Brennstoffdüse (14) zur Zufuhr von Brennstoff (142) in die Brennkammer (10), wobei die Brennstoffdüse (14) bezüglich einer weiteren Mittelachse (M2) angeordnet ist und einen Austritt (140) zur Mündung in die im Betrieb vorhandene Oxidatorströmung aus der Oxidatordüse (12) und/oder in die Brennkammer (3) aufweist.

Eine optimierte Mischung ist dadurch erhältlich, dass bei der Oxidatordüse (12) der Austritt (120) als um die Mittelachse (M1) teilumlaufender Spalt (121) ausgebildet ist, wobei zwischen zwei Spaltenden (131) eine geschlossene Seite (126), ohne Spalt (121), vorhanden ist und wobei der teilumlaufende Spalt (121) und eine die Spaltenden (131) über die geschlossene Seite (126) virtuell verbindende Verbindungslinie (130) eine Innenfläche (132) einschließen und/oder dass bei der Brennstoffdüse (12) der Austritt (140) als um die Mittelachse (M2) teilumlaufender Spalt (141) ausgebildet ist, wobei zwischen zwei Spaltenden (151) eine geschlossene Seite (146), ohne Spalt (141), vorhanden ist und wobei der teilumlaufende Spalt (141) und eine die Spaltenden (151)

über die geschlossene Seite (146) virtuell verbindende Verbindungslinie (150) eine Innenfläche (152) einschließen (Fig. 2A).

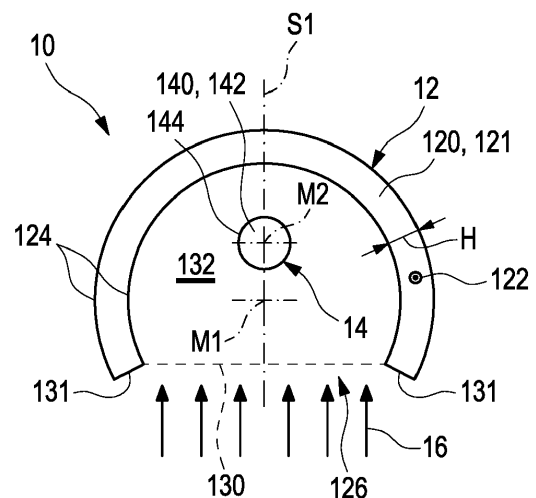


Fig. 2 A

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brennerkopf zum Einsatz in einem entlang einer Längsachse ausgerichteten Brennersystem, insbesondere für Gasturbinen, der zumindest eine Düsenanordnung aufweist, mit zumindest einer Oxidatordüse zur drallfreien Zufuhr von Oxidator in eine Brennkammer des Brennersystems, wobei die Oxidatordüse bezüglich einer Mittelachse angeordnet ist und einen Austritt zur Mündung in die Brennkammer über eine Stirnseite, insbesondere über eine Stirnwand, aufweist, und zumindest einer Brennstoffdüse zur Zufuhr von Brennstoff in die Brennkammer, wobei die Brennstoffdüse bezüglich einer weiteren Mittelachse angeordnet ist und einen Austritt zur Mündung in die im Betrieb vorhandene Oxidatorströmung aus der Oxidatordüse und/oder in die Brennkammer aufweist.

[0002] Ein derartiger Brennerkopf ist in der DE 10 2006 051 286 A1 angegeben und findet bei Jet-stabilisierten Brennersystemen Verwendung. Bei Brennersystemen dieser Art wird die Verbrennungszone in dem Brennraum im Betrieb durch eine großräumige brennkammerinterne Rezirkulation von Abgas stabilisiert. Dabei werden Oxidator und Brennstoff oder ein Gemisch daraus als axiale Strahlen mit hohem axialem Impuls in die Brennkammer eingebracht. Insbesondere durch den hohen axialen Impuls bildet sich großräumig die brennkammerinterne Rezirkulationszone aus. Bei einer typischen Anordnung mehrerer Düsenanordnungen ringförmig um die Längsachse erfolgt die Rezirkulation in der Regel großteils radial innerhalb des Düsenrings ("innere Rezirkulationszone"). Die Rezirkulation bringt das verbrannte, heiße Abgas zurück an die Strahlwurzel nahe der Zufuhrdüsen, wo es sich mit den eintretenden Frischgasen vermischt.

[0003] Nachteile Jet-stabilsierter Brennersysteme, beispielsweise gegenüber Drallbrennern, bestehen in einer in der Regel mäßigen Vormischung von Oxidator und Brennstoff an der Strahlwurzel, einer beschränkten Oberfläche für die Oxidator-/Brennstoffmischung sowie einem hohen axialen Impuls, was mit einer langen Ausbrandzone einhergeht. Dies macht lange Brennkammern erforderlich.

[0004] Weitere Brennersysteme sind aus den Druckschriften DE 29 51 796 A1, DE 10 2018 128 128 A1, US 2010 / 0 159 409 A1 und DE 694 26 750 D2 bekannt. Die DE 29 51 796 A1 zeigt ein Brennergehäuse mit einem Luftleitelement, in welchem coaxial ein Brenner mit Brennstoff-Einspritzöffnungen angeordnet ist. Mittels des Luftleitelements wird bei Einstromen in den Brennraum eingeleitete Luftströmung asymmetrisch bezüglich der Achse des Brennergehäuses bzw. Luftleitelements umgelenkt. Die abgelenkte Einleitung der Verbrennungsluftströmung hat den Zweck, ein schnelles Vermischen des Brennstoffes mit der Verbrennungsluft zu verhindern, um einen langsamen Verbrennungszustand aufrecht zu halten.

[0005] Die DE 10 2018 128 128 A1 zeigt einen Brennerkopf mit einer Primärluftzufuhr umfassend eine spal-

artige Austrittsöffnung, die an der Stirnseite im Wesentlichen vollständig umlaufend auf einem gedachten, insbesondere kreisförmigen Ring coaxial zu einer Mittelachse angeordnet ist.

[0006] Die US 2010 / 0 159 409 A1 zeigt einen Brenner für eine Brennkammer, mit einer Gasleitung für Oxidator und eine darin geführte Brennstoffleitung.

[0007] Die DE 694 26 750 D2 zeigt eine Anordnung für Niederimpulsbrenner, mit Brenngas fördernden Rohren in einem von Oxidationsmittel durchströmten Mantel. Die Rohre sind in dem Mantel nicht regelmäßig verteilt, sondern z. B. in einem Teil des Querschnitts konzentriert. Auf diese Weise wird eine ungleichmäßige Verteilung des stöchiometrischen Verhältnisses über den Querschnitt des Mantels am Ausgang der Rohre erreicht.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Brennerkopf und ein Brennersystem der eingangs genannten Art bereitzustellen, welche eine kompakte Bauweise einer Brennkammer und/oder eine Reduktion der Emissionen im Betrieb ermöglichen.

[0009] Die Aufgabe wird für den Brennerkopf mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und für das Brennersystem mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

[0010] Bei dem Brennerkopf ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass bei der Oxidatordüse der Austritt als um die Mittelachse teilumlaufender Spalt ausgebildet ist, wobei zwischen zwei Spaltenden (in Umlaufrichtung) eine geschlossene Seite, ohne Spalt, vorhanden ist und wobei der teilumlaufende Spalt und eine die Spaltenden über die geschlossene Seite virtuell verbindende Verbindungslinie eine Innenfläche einschließen und/oder dass bei der Brennstoffdüse der Austritt als um die Mittelachse teilumlaufender Spalt ausgebildet ist, wobei zwischen zwei Spaltenden (in Umlaufrichtung) eine geschlossene Seite, ohne Spalt, vorhanden ist und wobei der teilumlaufende Spalt und eine die Spaltenden über die geschlossene Seite virtuell verbindende Verbindungslinie eine Innenfläche einschließen.

[0011] Der Spalt weist (ggf. jeweils) eine wesentlich größere (z. B. mehr als die doppelte, vorzugsweise mehr als die fünffache, insbesondere mehr als die zehnfache) Längenausdehnung auf als die ggf. maximale Spalthöhe. Die Spalthöhe kann über die Längenausdehnung des Spalts konstant sein oder variieren. Der Spalt ist z. B. in der Stirnwand und/oder am Ende einer Oxidator- und/oder Brennstoff-Zufuhrleitung angeordnet.

[0012] Der teilumlaufende Spalt kann auch mehrere, einzelne Öffnungen umfassen oder aus solchen gebildet sein, welche zusammengekommen in ihrer Wirkung den teilumlaufenden Spalt bilden.

[0013] Die virtuelle Verbindungslinie bildet eine gerade Linie (kürzeste Verbindung) von dem einen Spaltende zu dem anderen Spaltende (beispielsweise jeweils ab den Enden der radial inneren Längskante des Spaltes), ohne den Spalt zu schneiden.

[0014] Die Mittelachse erstreckt sich senkrecht zu der jeweiligen Innenfläche und/oder dem jeweiligen Austritt durch deren Flächenschwerpunkt.

[0015] Die Innenfläche ist vorzugsweise senkrecht zu der Längsachse des Brennersystems ausgerichtet und/oder in einer konstanten axialen Ebene (senkrecht zur Mittelachse) und/oder auf gleicher axialer Position wie der teilumlaufende Spalt angeordnet.

[0016] Weiterhin ist erfindungsgemäß der teilumlaufende Spalt der Oxidatordüse zwischen 180° und 330°, vorzugsweise zwischen 180° und 270°, umlaufend um die Mittelachse der Oxidatordüse ausgebildet, wobei vorzugsweise der übrige umlaufende Abschnitt von der geschlossenen Seite gebildet ist und/oder ist der teilumlaufende Spalt der Brennstoffdüse zwischen 180° und 330°, vorzugsweise zwischen 180° und 270°, umlaufend um die Mittelachse der Brennstoffdüse ausgebildet, wobei vorzugsweise der übrige umlaufende Abschnitt von der geschlossenen Seite gebildet ist. Der teilumlaufende Spalt und die geschlossene Seite (bzw. die virtuelle Verbindungslinie) bilden eine geschlossen umlaufende Form.

[0017] Durch die Ausbildung des Austritts als derartig teilumlaufender Spalt mit der geschlossenen Seite, durch welche kein Fluid (Oxidator und/oder Brennstoff) austritt, treten die Fluide in einer Art Ringstrahl mit einer offenen Seite in die Brennkammer ein. Dabei wird (ggf. jeweils) in dem als Ringstrahl geformten Strahl ein teiloffener Raum gebildet, wobei an der radial-umlaufenden Position der (bzgl. des Austritts) geschlossenen Seite in dem Strahl eine offene Seite, ohne Strahlströmung, gebildet wird. Durch ein mittels hoher axialer Geschwindigkeit (z. B. zwischen 60 m/s und 200 m/s) induziertes Unterdruckgebiet wird Gas, z. B. innerhalb der Brennkammer rezirkuliertes Abgas, insbesondere aus Richtung der bzgl. des Strahls offenen Seite in den teiloffenen Raum, gleichsam in die Strahlmitte, eingesaugt, was eine gute Mischung bewirkt.

[0018] Aufgrund der Ausbildung des Austritts als Spalt resultierend in einer großen Oberfläche des zugegebenen Oxidators und/oder Brennstoffes wird die Ansaugung des Gases, z. B. des Abgases, verstärkt. Zudem trägt die daraus resultierende große Kontaktfläche zu einer optimierten lokalen Mischung zwischen dem Oxidator und/oder Brennstoff und dem angesaugten Gas bei.

[0019] Diese Effekte bedingen in Kombination eine optimierte Mischwirkung, durch welche eine kompakte Ausbrandzone resultiert, die vorteilhafterweise eine kompakte Bauweise der Brennkammer und/oder eine Reduktion der Emissionen ermöglicht.

[0020] In einer verbrennungstechnisch vorteilhaften Ausbildungsvariante ist der teilumlaufende Spalt der Oxidatordüse bezüglich einer Symmetrieebene symmetrisch, insbesondere spiegelsymmetrisch, ausgebildet und/oder ist der teilumlaufende Spalt der Brennstoffdüse bezüglich einer Symmetrieebene symmetrisch, insbesondere spiegelsymmetrisch, ausgebildet. Die Symmetrieebene verläuft (ggf. jeweils) insbesondere entlang der Mittelachse, d. h. die Mittelachse liegt in der Symmetrieebene.

[0021] Vorzugsweise ist der teilumlaufende Spalt der

Oxidatordüse und/oder der Brennstoffdüse gerundet (gekrümmt), z. B. teilkreisbogenförmig und/oder U-förmig, ausgebildet. Möglich ist auch eine Ausbildung des teilumlaufenden Spalts in teilpolygonaler Form (umfassend mehrere Seiten eines Polygons, beispielsweise drei Seiten eines Vierecks).

[0022] Vorzugsweise ist die geschlossene Seite der Oxidatordüse und/oder die geschlossene Seite der Brennstoffdüse in Richtung einer sich im Betrieb ausbildenden großräumigen Rezirkulationszone innerhalb der Brennkammer ausgerichtet, beispielsweise (insbesondere im Zusammenhang mit einer Düsenringanordnung) in Richtung der Längsachse des Brennersystems (d. h. mit der Symmetrieebene in Richtung der Längsachse) weisend. Je nach gewünschter Wirkung kann es auch vorteilhaft sein, wenn die geschlossene Seite der Brennstoffdüse in Richtung des teilumlaufenden Spalts der Oxidatordüse ausgerichtet ist. Auf diese Weise wird zunächst eine Vormischung von Brennstoff und Oxidator forciert.

[0023] Eine vorteilhafte Einmischung des Brennstoffes in die Verbrennungsgase ist erreichbar, wenn der Austritt der Brennstoffdüse radial und in Umlaufrichtung bezüglich der Längsachse des Brennersystems im Bereich der Innenfläche der Oxidatordüse angeordnet ist. Auf diese Weise wird auch die Brennstoffströmung von der für die Einmischung günstigen lokalen Strömungsverteilung erfasst. Der Austritt der Brennstoffdüse weist einen kleineren Strömungsquerschnitt auf als der Austritt der Oxidatordüse. Der Austritt der Brennstoffdüse kann dabei eine prinzipiell andere Form als der Austritt der Oxidatordüse aufweisen, z. B. kreisförmig, oder die gleiche prinzipielle Ausbildung, mit dem umlaufenden Spalt.

[0024] Für eine symmetrische Strömungsführung zugunsten einer gleichmäßigen Verbrennung kann zweckmäßigerweise der Austritt der Brennstoffdüse, insbesondere mit der Mittelachse der Brennstoffdüse, in der Symmetrieebene der Oxidatordüse angeordnet sein (insbesondere fallen die Symmetrieebenen der Oxidatordüse und der Brennstoffdüse zusammen). Die Mittelachse der Brennstoffdüse erstreckt sich senkrecht zu und durch den Flächenschwerpunkt des Austritts oder, bei Ausbildung der Brennstoffdüse als teilumlaufenden Spalt, senkrecht zu der Innenfläche durch deren Flächenschwerpunkt.

[0025] Je nach erwünschter Mischungswirkung kann es zweckmäßig sein, wenn der Austritt der Brennstoffdüse radial (bezüglich der Längsachse) näher an dem Austritt der Oxidatordüse als an der geschlossenen Seite (und/oder der Verbindungslinie) angeordnet ist, wobei z. B. die Mittelachse der Oxidatordüse nicht auf der Mittelachse der Brennstoffdüse liegt.

[0026] In einer vorteilhaften Ausgestaltungsvariante insbesondere in Kombination mit hochreaktiven (z. B. schnell zündenden) Brennstoffen kann es vorteilhaft sein, wenn der Austritt der Brennstoffdüse radial und in Umlaufrichtung bezüglich der Längsachse des Brennersystems im Bereich des Spaltes, zur zumindest teilwei-

sen Umgebung durch die Oxidatorströmung im Betrieb, angeordnet ist. Vorzugsweise ist dabei die Spalthöhe im Bereich der Brennstoffdüse vergrößert und/oder der teilumlaufende Spalt der Oxidatordüse umgibt die Brennstoffdüse zumindest teilweise. Der Brennstoffstrahl wird so gleichsam in den Oxidatorstrahl integriert. Auf diese Weise wird der Brennstoffstrahl von der vergleichsweise kühlen Oxidatorströmung zumindest teilweise ummantelt und so der Kontakt zwischen dem Brennstoff und dem heißen Abgas bei Einströmen der Frischgase in die Brennkammer verzögert. Auf diese Weise kann die Zündung des Frischgas-Gemisches hinausgezögert werden.

[0027] Eine bevorzugte Ausbildungsvariante besteht darin, dass der Austritt der Brennstoffdüse gegenüber dem Austritt der Oxidatordüse axial zurückversetzt angeordnet ist, zur Zugabe des Brennstoffes in die Oxidatorströmung stromauf der Brennkammer. Auf diese Weise kann, je nach eingesetzten Brennstoffen vorteilhaft, eine Vormischung von Oxidator und Brennstoff vor Einströmen in die Brennkammer erreicht werden. Insbesondere in diesem Zusammenhang kann die Ausbildung der Brennstoffdüse mit dem teilumlaufenden Spalt, für eine verbesserte Mischung, vorteilhaft sein. Die Oxidatordüse kann ebenfalls den teilumlaufenden Spalt aufweisen oder ihr Austritt kann anders, z. B. kreisförmig, ausgebildet ein.

[0028] In einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst die Düsenanordnung einen, insbesondere axial ausgerichteten, Mischkanal, welcher in einer zwischen dem Austritt der Brennstoffdüse und dem Austritt der Oxidatordüse gebildeten Mischstrecke (d. h. dem axiale Abstand zwischen den Austritten) angeordnet ist. Der Mischkanal ist derart angeordnet, dass die Brennstoffströmung stromab der Brennstoffdüse vorzugsweise möglichst vollständig durch den Mischkanal strömt. Dabei ist vorzugsweise eine Mittellängsachse des Mischkanals coaxial zu der Brennstoffdüse und/oder der Oxidatordüse ausgerichtet und drehsymmetrisch, insbesondere zylindrisch, ausgebildet. Der Mischkanal durchläuft insbesondere einen (allen vorhandenen Düsenanordnungen gemeinsamen) Oxidatorverteilteraum zur Aufteilung des Oxidators auf ggf. mehrere vorhandene Oxidatordüsen, mehrerer Düsenanordnungen. Der, beispielsweise kreisförmige, Strömungsquerschnitt des Mischkanals ist vorzugsweise größer als der Strömungsquerschnitt des Austritts der Brennstoffdüse und/oder größer als der Strömungsquerschnitt einer ggf. vorhandenen Zufuhrleitung der Brennstoffdüse. Die Länge der Mischstrecke ist unter Berücksichtigung der Zündverzugszeit (Zeit von Gemischbildung bis Zündung) derart ausgelegt, dass bei allen Betriebspunkten die Aufenthaltszeit eines gebildeten Brennstoff-/Oxidatorgemisches in der Mischstrecke geringer ist als die Zündverzugszeit unter den entsprechenden Betriebsbedingungen, um eine Zündung innerhalb der Mischstrecke zu vermeiden. Das Vorhandensein des Mischkanals erlaubt eine definiertere Gemischbildung des Brennstoff-/Oxidatorgemisches und Strömungsfüh-

rung auch stromauf der Brennkammer.

[0029] Günstige Variationsmöglichkeiten bezüglich Strömungsgeschwindigkeit und/oder Gemischbildung innerhalb der Mischstrecke ergeben sich, wenn der Mischkanal zumindest zwei axial hintereinander angeordnete Abschnitte umfasst, die jeweils einen anderen Strömungsquerschnitt aufweisen. Beispielsweise kann ein stromab angeordneter Abschnitt einen um einen Faktor 1,1 bis 10 größeren Strömungsquerschnitt aufweisen als ein stromauf angeordneter Abschnitt. In Kombination mit einer im Übergang zwischen den Abschnitten angeordneten Öffnung kann in dem stromab angeordneten Strömungsquerschnitt der Anteil an Oxidator vergrößert sein, wobei der Oxidator als Ummantelung wirkt und auf diese Weise das Risiko eines Flammenrückschlags verringert.

[0030] Eine vorteilhafte Vormischung von Brennstoff und Oxidator in der Mischstrecke wird ermöglicht, wenn die Mischstrecke zumindest eine Öffnung zur Einströmung von Oxidator (insbesondere unmittelbar) aus einem Oxidatorverteilteraum in die Brennstoffströmung innerhalb des Mischkanals stromauf der Brennkammer aufweist. Vorzugsweise ist die Öffnung umlaufend symmetrisch um den Mischkanal angeordnet, z.B. kreisringförmig und/oder mit mehreren, umlaufend äquidistanten Öffnungen. Wenn Öffnungen an mehreren unterschiedlichen axialen Positionen vorhanden sind, kann die Einströmung des Oxidators in die Brennstoffströmung axial gestuft erfolgen. Vorzugsweise ist zumindest eine Öffnung an dem Mischkanal unmittelbar stromab des Austritts der Brennstoffdüse und/oder unmittelbar stromauf der Oxidatordüse angeordnet. Vorteilhaft kann auch eine Kombination von Öffnungen unmittelbar stromab des Austritts der Brennstoffdüse und an einem ggf. vorhandenen Übergang zwischen zwei Abschnitten mit unterschiedlichen Strömungsquerschnitten sein.

[0031] Das Risiko eines Flammenrückschlags kann verringert werden, wenn die Düsenanordnung zumindest eine, zusätzlich zu der Oxidatordüse vorhandene, Zumischöffnung aufweist, mittels welcher (nicht mit Brennstoff vorgemischter) Oxidator, insbesondere aus dem Oxidatorverteilteraum, in die Brennkammer zuführbar oder zugeführt ist. Vorzugsweise ist/sind die Zumischöffnung/en derart angeordnet, dass eine Kühlung der Stirnwand insbesondere in Totwassergebieten erreicht wird. Beispielsweise ist/sind die Zumischöffnung/en radial um die Oxidatordüse an diese angrenzend (z. B. mit etwa einer Wandstärke von der Oxidatordüse beabstandet), zur z. B. drallfreien, axialen oder axial-radialen Zufuhr von Oxidator aus dem Oxidatorverteilteraum angeordnet.

[0032] Im Zusammenhang mit der axial zurückversetzten Anordnung kann es hinsichtlich einer verbesserten Mischung zweckmäßig sein, wenn die Brennstoffdüse auf axialer Höhe des Austrittes eine Abrisskante aufweist. Die Abrisskante kann beispielsweise durch eine scharfe Kante an einer z. B. rohrförmigen Zufuhrleitung des Brennstoffes (insbesondere an ihrem stromabseiti-

gen Ende, im Übergang zu einer dort angeordneten Stirnfläche) ausgebildet sein. Die Abrisskante erzeugt insbesondere innerhalb einer parallel zu der Brennstoffströmung strömenden Oxidatorströmung ein Nachlaufgebiet mit kleinskaliger Wirbelbildung auf Höhe der Brennstoffeindüsung, wodurch die Mischung zwischen Oxidator und Brennstoff verbessert wird.

[0033] Flexible Gestaltungsmöglichkeiten, die je nach Anwendung bzw. Brennerkopfkonfiguration vorteilhaft sein können, ergeben sich, wenn der Austritt der Oxidatordüse axial auf Höhe der Stirnwand angeordnet ist oder über die Stirnwand in den Brennraum hervorsteht.

[0034] Bei dem Brennersystem sind mehrere Düsenanordnungen vorhanden, die mit den Mittelachsen der Oxidatordüsen, vorzugsweise radial und in Umlaufrichtung äquidistant, auf zumindest einer gedachten Kreislinie um die Längsachse, zur Bildung zumindest eines Düsenrings, angeordnet sind. Dabei sind vorzugsweise die Zufuhrdüsen (Oxidatordüsen) näher an der Brennkammerwand gelegen als an der Längsachse der Brennkammer (die den Mittelpunkt des Düsenrings bildet), zur Ausbildung einer gemeinsamen Rezirkulationszone mit einer großteils (anteilig mehr als 50 %) inneren Rezirkulation des Abgases. Dies dient ebenfalls einer Beschleunigung der Durchmischung und somit einer Reduktion der Ausbrandzone. Diese Konfiguration hat sich als besonders vorteilhaft im Zusammenhang mit Jet-stabilisierten Brennersystemen herausgestellt, insbesondere bezüglich der Flammenlänge und stabilen Verbrennungsverhältnissen.

[0035] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn das erfindungsgemäße Brennersystem dazu ausgebildet ist, eine Verbrennungszone mit einer (gemeinsamen) insbesondere großräumigen, großteils inneren, Rezirkulationszone zu stabilisieren. Hierzu werden insbesondere die Frischgase (Oxidator und Brennstoff) mit hohem axialem Impuls drallfrei in die Brennkammer eingebracht. Die Austritte zumindest der Oxidatordüsen sind zum Betrieb mit hohen axialen Geschwindigkeiten (z. B. zwischen 60 m/s und 200 m/s bezüglich der Oxidatorströmung) ausgelegt, wobei ein besonders ausgeprägter Ansaugeffekt an den einzelnen Düsenanordnungen erreicht wird.

[0036] Eine erhöhte Betriebsflexibilität und/oder -stabilität ist erreichbar, wenn weiterhin eine zentral und symmetrisch auf der Längsachse angeordnete Pilotbrenneranordnung vorhanden ist, um welche der Düsenring angeordnet ist. Die Pilotbrenneranordnung kann ebenfalls auf dem Prinzip eines Jet-stabilisierten Brennersystems basieren und mehrere Düsenanordnungen zur (ausschließlich) axialen, drallfreien Zufuhr von Brennstoff und Oxidator aufweisen. Auch eine Pilotbrenneranordnung mit einem drallstabilisierten Brenner ist möglich.

[0037] Dabei werden insbesondere günstige Bedingungen innerhalb der Brennkammer erzeugt, wenn eine Pilot-Stirnwand der Pilotbrenneranordnung (an welcher insbesondere Pilot-Oxidatordüsen münden) gegenüber den Austritten der Oxidatordüsen des Düsenrings axial

zurückversetzt angeordnet ist. Der Rückversatz ist vorzugsweise derart, dass ein stromauf des Brennraums angeordneter Pilot-Brennraum gebildet wird, in dem ein Pilotbrennstoff zumindest teilweise stromauf des Brennstoffes in dem Brennraum verbrannt wird und/oder innerhalb dessen sich eine großräumige Rezirkulationszone ausbilden kann.

[0038] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung eines Brennersystems mit Düsenanordnungen im Längsschnitt,

Fig. 2 A, B eine Düsenanordnung mit einer Oxidatordüse umfassend einen teilumlaufenden Spalt in Draufsicht aus Richtung der Brennkammer (Fig. 2A) und in perspektivischer Ansicht mit visualisierter Strömung (Fig. 2B) in schematischer Darstellung,

Fig. 3A, B eine resultierende Druckverteilung (Fig. 3A) und ein resultierendes Strömungsmuster (Fig. 3B) bei Betrieb einer Düsenanordnung gemäß Fig. 2A, B in schematischer Darstellung,

Fig. 4 eine beispielhafte Anordnung mehrerer Düsenanordnungen auf einer Stirnwand in Draufsicht aus Richtung der Brennkammer in schematischer Darstellung,

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel der Düsenanordnung mit Ausbildung einer Brennstoffdüse als teilumlaufender Spalt in Draufsicht aus Richtung der Brennkammer in schematischer Darstellung,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel der Düsenanordnung mit axial versetzter Anordnung der Oxidatordüse und der Brennstoffdüse in schematischer Darstellung eines Teils des Brennersystems im Längsschnitt,

Fig. 7 A, B die Brennstoffdüse mit Ausbildung als teilumlaufender Spalt in unterschiedlichen Ausrichtungen in Draufsicht aus Richtung der Brennkammer in schematischer Darstellung,

Fig. 8 A- C Ausführungsbeispiele mit unterschiedlichen Ausbildungen und Anordnungen der Brennstoffdüse relativ zu der Oxidatordüse in Draufsicht aus Richtung der Brennkammer in schematischer Darstellung,

Fig. 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Düsenanordnung mit axial versetzter Anordnung der Oxidatordüse und der Brennstoffdüse und dazwischen angeordnetem Mischkanal in schematischer Darstellung eines Teils des Brennersystems im Längsschnitt und

Fig. 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Brennersystems mit der Düsenanordnung und einer Pilotbrenneranordnung in schematischer Darstellung eines Teils des Brennersystems im Längsschnitt.

[0039] Fig. 1 zeigt in schematischer, vereinfachter Darstellung im Längsschnitt ein Brennersystem mit einer Brennkammer 3, an welche eingangsseitig über eine Stirnwand 2 ein Brennerkopf 1 zur Zugabe von Oxidator 122 und Brennstoff 142 in die Brennkammer 3 angeordnet ist. Die Brennkammer 3 und/oder der Brennerkopf 1 sind vorzugsweise rotationssymmetrisch bezüglich einer Längsachse L des Brennersystems ausgebildet.

[0040] Das Brennersystem ist als Jet-stabilisiertes Brennersystem ausgebildet. Dabei werden im Betrieb die Frischgase (Brennstoff 142 und Oxidator 122) drallfrei mit einem derart hohen axialen Impuls in die Brennkammer 3 eingedüst, dass sich eine (gemeinsame) großräumige, brennkammerinterne Rezirkulationszone 20 ausbildet. Typische Eintrittsgeschwindigkeiten des Oxidators und/oder eines Oxidator-/Brennstoffgemisches in die Brennkammer 3 betragen z. B. zwischen 60 m/s und 200 m/s.

[0041] Zur Zugabe der Frischgase weist der Brennerkopf 1 zumindest eine, vorzugsweise mehrere Düsenanordnungen 10 auf. Zur Zugabe von Brennstoff 142 umfassen die Düsenanordnungen 10 jeweils eine Oxidatordüse 12 und eine Brennstoffdüse 14. Die Oxidatordüse 12 mündet jeweils mit einem Austritt 120 über die Stirnwand 2 in die Brennkammer 3 und ist bezüglich einer Mittelachse M1 ausgerichtet, wobei der Austritt 120 rechtwinklig zu der Mittelachse M1 angeordnet ist. Der Austritt 120 ist vorliegend beispielhaft an der Stirnwand 2 ausgebildet. Möglich ist auch eine Anordnung stromab der Stirnwand 2, insbesondere am Ende einer Oxidator-Zufuhrleitung. Die Mittelachse M1 erstreckt sich senkrecht zu einer Innenfläche 132 (vgl. Fig. 2A) durch deren Flächenschwerpunkt (vgl. Fig. 5).

[0042] Die Brennstoffdüse 14 ist bezüglich einer weiteren Mittelachse M2 ausgerichtet und mündet mit einem Austritt 140 in die im Betrieb vorhandene Oxidatorströmung und/oder in die Brennkammer 3. Die Mittelachse M2 erstreckt sich senkrecht zu und durch den Flächenschwerpunkt des Austritts 140 (vgl. Fig. 2A) oder, bei Ausbildung der Brennstoffdüse als teilumlaufenden Spalt 141, senkrecht zu einer Innenfläche 152 durch deren Flächenschwerpunkt (vgl. Fig. 5).

[0043] Fig. 2A und Fig. 2B zeigen ein Beispiel einer vorgeschlagenen Ausbildung des Austritts 120 in einer

Draufsicht auf den Austritt 120 der Oxidatordüse 12 und den Austritt 140 der Brennstoffdüse 14 (Fig. 2A) und in einer perspektivischen Ansicht auf die Austritte 120, 140 der Düsenanordnung 10 (Fig. 2B).

[0044] Der Austritt 120 weist einen um die Mittelachse M1 teilumlaufenden Spalt 121 auf, bzw. ist daraus gebildet, der eine wesentlich größere Längenausdehnung als Spalthöhe H aufweist. Der Spalt 121 ist vorliegend beispielhaft gerundet bzw. gekrümmt, insbesondere U-förmig (Hufeisen-förmig), ausgebildet, wobei sich der Spalt in Umlaufrichtung um mehr als 180° und beispielsweise weniger als 270° um die Mittelachse M1 erstreckt. Die beiden Stirnseiten des Spaltes 121 bilden Spaltenden 131. Zwischen den Spaltenden 131 ist eine geschlossene Seite 126 gebildet, auf der kein Spalt 121 vorhanden ist, d. h. die geschlossene Seite 126 erstreckt sich in Umlaufrichtung über einen Bereich ohne Spalt 121. Durch eine virtuelle Verbindungslinie 130 von dem einen Spaltende 131 zu dem anderen Spaltende 131 wird der teilumlaufende Spalt 121 zu einer umlaufend geschlossenen Form virtuell ergänzt, wobei der teilumlaufende Spalt 121 und die Verbindungslinie 130 eine Innenfläche 132 einschließen. Die virtuelle Verbindungslinie 130 bildet dabei eine gerade Linie von dem einen Spaltende 131 zu dem anderen Spaltende 131 (beispielsweise ab den Enden der radial inneren Längskante 124 des teilumlaufenden Spaltes 121), ohne den Spalt 121 zu schneiden. Vorliegend ist beispielhaft die Spalthöhe H über die Länge des Spaltes 121 konstant.

[0045] Für eine gleichmäßige Verbrennung im Betrieb ist der teilumlaufende Spalt 121 bezüglich einer Symmetrieebene S1 spiegelsymmetrisch ausgebildet.

[0046] Der Austritt 140 des Brennstoffes 142 ist radial und in Umlaufrichtung (bezüglich der Längsachse L) im Bereich der Innenfläche 132 angeordnet und weist beispielhaft einen kreisförmigen Strömungsquerschnitt auf. Die Mittelachse M2 der Brennstoffdüse 14 liegt in der Symmetrieebene S1 der Oxidatordüse 12.

[0047] Der Austritt 140 ist beispielhaft, für eine nicht-vorgemischte Zufuhr von Oxidator 122 und Brennstoff 142 in die Brennkammer 3, axial auf Position des Austritts 120 der Oxidatordüse 12 an der Stirnwand 2 angeordnet.

[0048] Fig. 2B zeigt perspektivisch aus Blickrichtung der Brennkammer 3 die Strömungsverteilung im Betrieb am Austritt 120 und am Austritt 140 an der Düsenanordnung 10. Dabei strömt der Oxidator 122 mit hoher axialer Geschwindigkeit bezüglich der Hauptströmungsrichtung (z. B. zwischen 60 m/s und 200 m/s) aus dem Austritt 120 drallfrei in die Brennkammer 3 ein. Der Brennstoff 142 strömt mit einer axialen Geschwindigkeit bezüglich der Hauptströmungsrichtung von z. B. zwischen 80 und 300 m/s anhängig vom Brennstoff vorliegend beispielhaft drallfrei aus dem Austritt 140 in die Brennkammer 3 ein.

[0049] Fig. 3A zeigt schematisch eine aus der Strömungsverteilung an dem Austritt 120 und an dem Austritt 140 resultierende Druckverteilung 18, wobei sich um den Spalt 121 ein Unterdruckgebiet nach Art einer Strahlpumpe ausbildet, insbesondere in dem Bereich der Innenfläche

che 132.

[0050] Durch die Ausbildung des Austritts 120 als teilumlaufender Spalt 121 mit der geschlossenen Seite 126 tritt der Oxidatorstrahl teilumlaufend aus dem Austritt 120 axial aus, wobei in dem (radial-umlaufenden) Bereich der geschlossenen Seite 126 keine Oxidatorströmung vorhanden ist. Der Oxidatorstrahl bildet so einen teiloffenen Raum 134 (Fig. 2B). Durch das Unterdruckgebiet wird Abgas 16 aus der Rezirkulationszone 20 insbesondere aus Richtung der geschlossenen Seite 126 in den teiloffenen Raum 134, gleichsam in die Strahlmitte, eingesaugt, was eine gute Mischwirkung bedingt.

[0051] Aufgrund der Ausbildung des Austritts 120 als Spalt 121 resultierend in einer großen Oberfläche des eindringenden Oxidators 122 wird die Ansaugung des Abgases verstärkt. Zudem ermöglicht die daraus resultierende große Kontaktfläche eine optimierte lokale Mischung zwischen dem Oxidator 122 und dem angesaugten Abgas 16.

[0052] Fig. 3B zeigt schematisch ein aus der Druckverteilung 18 und der Strömungsverteilung an den Austritten 120, 140 resultierendes Strömungsprofil stromab der Austritte 120, 140 (axial z. B. zwischen ein- bis dreimal einer charakteristischen Länge, z. B. einer radialen Ausdehnung der Innenfläche 132, von der Innenfläche 132 beabstandet). Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung des Austritts 120 werden weiter stromab Hufeisenwirbel gebildet, wobei die Oxidatorströmung in die Abgasströmung eintritt. Durch diese Wirbelbildung wird die lokale Mischung stromab des Austritts 120 verstärkt.

[0053] In dem in Fig. 2A und Fig. 2B gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Austritt 140 der Brennstoffdüse 14 radial und in Umlaufrichtung bezüglich der Längsachse L im Bereich der Innenfläche 132 und/oder, für eine gleichmäßige Verbrennung, mit ihrer Mittelachse M2 auf der Symmetrieebene S1 angeordnet. Durch diese Ausbildung erfasst die lokale Mischung mittels des angesaugten Abgases 16 auch die eindringende Brennstoffströmung.

[0054] Fig. 4 zeigt das Brennersystem 1 umfassend mehrere, hier z. B. acht, beispielhaft gleichartig ausgebildete Düsenanordnungen 10 in Draufsicht auf die Stirnwand 2. Die Düsenanordnungen 10 sind mit den Mittelachsen M1 der Oxidatordüsen 12 auf einer gedachten Kreislinie um die Längsachse L zur Bildung eines Düsenrings 22 angeordnet. Radial sind die Düsenanordnungen 10 näher an der Brennkammerwand als an der Längsachse L gelegen. Die Düsenringanordnung bildet dabei die Konfiguration eines rezirkulationsstabilisierten Strahlflammenbrenners, wodurch im Betrieb die großräumige Rezirkulationszone 20 ausgebildet wird.

[0055] Die geschlossenen Seiten 126 sind vorzugsweise in Richtung derjenigen Seite ausgerichtet, aus der der Ansaugeneffekt erwünscht ist. In dem vorliegenden Beispiel sind die geschlossenen Seiten 126 in Richtung Längsachse L weisend ausgerichtet, wobei die Symmetrieebenen S1 der Düsenanordnung 10 in ihren Verlängerungen jeweils durch die Längsachse L verlaufen.

[0056] Durch die Anordnung und/oder Ausbildung der Brennstoffdüse 14 mit ihrem Austritt 140 relativ zu dem Austritt 120 der Oxidatordüse 12 kann die Einmischung des Brennstoffes 142 bezüglich des Oxidators 122 und/oder Abgases 16 beeinflusst werden. Bei dem in Fig. 2A und Fig. 2B gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Austritt 140 der Brennstoffdüse 14 beispielhaft radial näher an dem Spalt 121 angeordnet als an der geschlossenen Seite 126 mit der Verbindungslinie 130. Die Mittelachse M1 der Oxidatordüse 12 und die Mittelachse M2 der Brennstoffdüse 14 liegen nicht aufeinander. Dadurch kann ein früherer Kontakt zwischen Oxidator 122 und Brennstoff 142 erreicht werden als bei einer größeren Beanstandung des Austritts 140 der Brennstoffdüse 14 von dem Austritt 120 der Oxidatordüse 12.

[0057] Fig. 5 bis Fig. 8 zeigen insbesondere Variationen in der Ausbildung und/oder Anordnung der Brennstoffdüse 14 der Düsenanordnung 10.

[0058] Bei dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Austritt 140 der Brennstoffdüse 14, analog zur Ausbildung des Austritts 120 der Oxidatordüse 12, als um die Mittelachse M2 teilumlaufender Spalt 141 mit zwei Längskanten 144 ausgebildet. Dabei ist zwischen zwei Spaltenden 151 eine geschlossene Seite 146, ohne Spalt 141, vorhanden. Durch eine virtuelle Verbindungslinie 150 von dem einen Spaltende 151 zu dem anderen Spaltende 151 (in direkter, gerader Verbindung, den Spalt 141 nicht schneidend) wird der teilumlaufende Spalt 141 zu einer umlaufend geschlossenen Form virtuell ergänzt, wobei der teilumlaufende Spalt 141 und die Verbindungslinie 150 eine Innenfläche 152 einschließen. Die Brennstoffdüse 14 ist vorzugsweise spiegelsymmetrisch zu einer Symmetrieebene S2 ausgerichtet. Auf diese Weise wird auch bezüglich des Brennstoffstrahls eine Strömungsverteilung nach dem Prinzip wie bezüglich der Oxidatordüse 12 (vgl. Fig. 2B und Fig. 3A) bewirkt, die in einem verstärkten Ansaugeneffekt und/oder einer vergrößerten Oberfläche resultieren.

[0059] Die geschlossene Seite 146 ist vorliegend beispielhaft in Richtung der geschlossenen Seite 126 der Oxidatordüse 12 ausgerichtet, wobei die Symmetrieebenen S1 und S2 einander entsprechen. Auf diese Weise wird zunächst eine verstärkte Mischung sowohl des eindringenden Brennstoffes 142 mit angesaugtem Abgas 16 als auch des eindringenden Oxidators 122 mit angesaugtem Abgas 16 bewirkt. Weiter stromab werden die lokalen Brennstoff/Abgas- und Oxidator/Abgas-Gemische vermischt. Diese Konfiguration eignet sich insbesondere zur Verwendung mit Abgasen aufweisend einen hohen Restsauerstoffgehalt, wobei zunächst der Restsauerstoff mit dem Brennstoff 142 umgesetzt werden kann. Dabei wird eine schnelle Zündung des Brennstoff-Abgasgemisches unter teilweise brennstoffreichen (überstöchiometrischen: fetten) Bedingungen, jedoch mit vergleichsweise geringen Verbrennungstemperaturen erreicht. Weiter stromab dieser sich ausbildenden, vorgelagerten Verbrennungszone wird das sich bildende Gasgemisch nach Einmischung des Oxidators unter

brennstoffarmen (unterstöchiometrischen: mageren) Bedingungen nachverbrannt.

[0060] Eine Ausbildung der Brennstoffdüse 14 mit dem teilumlaufenden Spalt 141 ist auch in Zusammenhang mit einer in Fig. 6 gezeigten Ausbildungsvariante der Düsenanordnung 10 vorteilhaft. Dabei ist der Austritt 140 der Brennstoffdüse 14 gegenüber dem Austritt 120 der Oxidatordüse 12 (bezüglich der Längsachse L) axial zurückversetzt angeordnet. Auf diese Weise wird im Betrieb der Brennstoff 142 stromauf der Brennkammer 3 in die Oxidatorströmung zugegeben, wodurch eine Vormischung von Oxidator 122 und Brennstoff 142 vor Zufuhr in die Brennkammer 3 erreicht wird. Das gebildete Brennstoff/Oxidator-Gemisch tritt durch die Oxidatordüse 12 in die Brennkammer 3 ein, wo es anschließend zusätzlich mit Abgas 16 vermischt wird. Je nach Oxidator-/Brennstoffverhältnis können so (auch lokal) brennstoffarme Bedingungen erreicht werden, die mit vergleichsweise geringen Verbrennungstemperaturen innerhalb der Verbrennungszone in der Brennkammer 3 einhergehen.

[0061] Bei dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Brennstoffdüse 14 stromauf des Austritts 140 kanalartig, beispielsweise mit einer Zufuhrleitung 148, ausgebildet. Die Zufuhrleitung 148 ragt in einen Oxidatorverteilteraum 136 hinein, durch welchen im Betrieb Oxidator 122 an den Austritt 120 heranströmt. Der Austritt 120 kann als teilumlaufender Spalt 121 ausgebildet sein oder eine andere Form aufweisen, z. B. kreisförmig.

[0062] Auf diese Weise wird der Brennstoff 142 in eine Parallelströmung von Oxidator 122 eingebracht, insbesondere stromauf des Austritts 120. Durch die spaltartige Ausbildung des Austritts 140 wird ein Ansaugeffekt betreffend die Oxidatorströmung und eine entsprechend verbesserte Vormischung erreicht.

[0063] Eine Verbesserung der Vormischung ergibt sich, wenn das stromabseitige Ende der Zufuhrleitung 148 auf axialer Höhe des Austritts 140 eine Abrisskante 154 aufweist.

[0064] Durch die Abrisskante wird ein Nachlaufgebiet 156 mit kleinskaliger Wirbelbildung erreicht.

[0065] Wie Fig. 7A und Fig. 7B in einer Draufsicht auf die Brennstoffdüse 14 zeigen, kann auch bezüglich der Brennstoffdüse 14 die geschlossene Seite 146 in eine bevorzugte Richtung ausgerichtet sein, insbesondere entsprechend der Richtung, aus welcher der Ansaugeffekt erwünscht ist.

[0066] Möglich ist in diesem Zusammenhang auch eine Ausrichtung der geschlossenen Seite 146 auf die der geschlossenen Seite 126 gegenüberliegende Seite, in Richtung des teilumlaufenden Spalts 121 der Oxidatordüse 12. Auf diese Weise wird ein Ansaugeffekt durch den Brennstoff 142 auf den einströmenden Oxidator 122 ausgeübt und so die Mischung zwischen Brennstoff 142 und Oxidator 122 verstärkt.

[0067] In den Figuren 8A, Fig. 8B und Fig. 8C ist jeweils die Brennstoffdüse 14 radial und in Umlaufrichtung (bezüglich der hier nicht gezeigten Längsachse L) im Bereich des teilumlaufenden Spaltes 121 angeordnet, wo-

bei die Brennstoffdüse 14 zumindest teilweise zwischen den Längskanten 124 liegt. So wird im Betrieb der Brennstoff 142 bei Eindüsung in die Brennkammer 3 zumindest teilweise von dem Oxidator 122 umgeben. Zu diesem Zweck ist vorzugsweise die Spalthöhe H des Spaltes 121 der Oxidatordüse 12 im Bereich der Brennstoffdüse 14 vergrößert. Durch diese so erreichte Integration des Brennstoffstrahls in die Oxidatorströmung kann eine frühe Vermischung von Brennstoff 142 mit dem heißen Abgas 16 verhindert werden, wodurch die Zündung des sich bildenden Gemisches verzögert wird.

[0068] Bei dem in Fig. 8A gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Brennstoffdüse 14 beispielhaft mit kreisförmigem Austritt 140 ausgebildet.

[0069] Bei dem in Fig. 8B gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Brennstoffdüse 14 mit Ausbildung des Austritts 140 mit teilumlaufendem Spalt 141 ausgebildet, wodurch im Betrieb die Mischung zwischen Brennstoff 142 und Oxidator 122 optimiert wird.

[0070] Bei dem in Fig. 8C gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Brennstoffdüse 14 teilweise in den teilumlaufenden Spalt 121 der Oxidatordüse 12 integriert.

[0071] Fig. 9 zeigt, in Anlehnung an Fig. 6, in einer vormischenden Konfiguration eine Düsenanordnung 10, bei welcher der Austritt 140 der Brennstoffdüse 14 stromauf des Austritts 120 der Oxidatordüse 12 angeordnet ist. Der Austritt 140 ist mit dem teilumlaufenden Spalt 141 ausgebildet. Der Austritt 120 ist beispielhaft kreisrund ausgebildet.

[0072] Die axiale Strecke (Abstand) zwischen den Austritten 120, 140 wird im Weiteren als Mischstrecke 248 bezeichnet. Die Länge der Mischstrecke 248 ist unter Berücksichtigung der Zündverzugszeit (Zeit von Gemischbildung bis Zündung) derart ausgelegt, dass bei allen Betriebspunkten die Aufenthaltszeit eines gebildeten Brennstoff-/Oxidatorgemisches in der Mischstrecke 248 geringer ist als die Zündverzugszeit unter den entsprechenden Betriebsbedingungen, um eine Zündung innerhalb der Mischstrecke 248 zu vermeiden.

[0073] So kann die Länge der Mischstrecke 248 z. B. bei einem Brennerkopf 1, der zum Betrieb mit Brennstoff vergleichsweise geringer Reaktivität (z. B. Erdgas und/oder Methan) ausgelegt ist, anders, insbesondere größer, sein bei einem Brennerkopf 1, der (z. B. auch) zum Betrieb mit einem hochreaktiven Brennstoff, z. B. einem Wasserstoff aufweisenden oder aus Wasserstoff gebildeten Brenngas, ausgelegt ist.

[0074] In der Mischstrecke 248 ist ein beispielhaft (ausschließlich) axial durch den Oxidatorverteilteraum 136 verlaufender, z. B. zylindrisch ausgebildeter Mischkanal 24 angeordnet. Eine Mittellängsachse des Mischkanals 24 ist z. B. koaxial zu der Brennstoffdüse 14 und/oder der Oxidatordüse 12 ausgerichtet. Der hier beispielhaft kreisförmige, über die axiale Länge konstante Strömungsquerschnitt des Mischkanals 24 ist größer als der Strömungsquerschnitt des Austritts 140 der Brennstoffdüse 14 und größer als Strömungsquerschnitt der Zufuhrleitung 148.

[0075] Die Mischtrecke 248 weist beispielhaft an zwei unterschiedlichen axialen Positionen Öffnungen 246 auf. Vorzugsweise sind die Öffnungen 246 umlaufend symmetrisch um den Mischkanal 24 oder stromauf und/oder stromab des Mischkanals 24 angeordnet, z. B. kreisringförmig und/oder mit mehreren, äquidistanten Öffnungen 246. Durch die Öffnungen 246 kann im Betrieb Oxidator 122 unmittelbar aus dem Oxidatorverteilterraum 136 in die Brennstoffströmung innerhalb des Mischkanals 24 stromauf der Brennkammer 3 einströmen. Durch die Zugabe an mehreren, unterschiedlichen axialen Positionen kann die Einströmung und/oder Vormischung von Oxidator 122 axial gestuft erfolgen und dabei unterschiedlich wirken.

[0076] Bei dem in Fig. 9 gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich die erste axiale Position unmittelbar stromab des Austritts 140 der Brennstoffdüse 14. So kann im Betrieb der aus dem Austritt 140 austretende Brennstoff 142 unmittelbar stromab mit aus dem Oxidatorverteilterraum 136 angesaugten Oxidator 122 zusammengeführt und in einem sich stromab innerhalb des Mischkanals 24 fortsetzenden Mischprozesses vorge-

[0077] Die zweite axiale Position befindet sich unmittelbar stromauf der Oxidatordüse 12 bzw. der Stirnwand 2. An der zweiten axialen Position wird im Betrieb weiterer Oxidator 122 aus dem Oxidatorverteilterraum 136 angesaugt, welcher bis zum Eintritt in die Brennkammer 3 lediglich zu einem geringen Grad mit dem zuvor gebildeten Brennstoff-Oxidator-Gemisch vermischt wird. So wird bei Zufuhr in den Brennraum 3 um das aus dem Mischkanal 24 strömende Brennstoff-Oxidator-Gemisch eine Art Mantel-Strömung aus Oxidator 122 gebildet, welche bei Eintritt in den Brennraum 3 eine Mischung des Brennstoff-Oxidator-Gemisches mit Abgas 16 und eine Zündung verzögern kann.

[0078] Fig. 10 zeigt in einer weiteren Ausbildungsvariante, bei der ebenfalls in einer vormischenden Konfiguration der Austritt 140 der Brennstoffdüse 14, in Ausbildung mit dem teilumlaufenden Spalt 141, stromauf des Austritts 120 der Oxidatordüse 12 angeordnet ist. Wie in Fig. 9 ist auch in Fig. 10 in der zwischengeordneten Mischtrecke 248 der Mischkanal 24 angeordnet.

[0079] Der Mischkanal 24 weist beispielhaft einen ersten Abschnitt 242 und einen stromab davon angeordneten, zweiten Abschnitt 244 mit einem größeren Strömungsquerschnitt als der erste Abschnitt 242 auf, deren Strömungsquerschnitte jeweils konstant sind. Der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts 242 ist geringfügig (beispielsweise um einen Faktor 1,2 bis 2) größer als der Strömungsquerschnitt der Zufuhrleitung 148. Der Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts 244 ist beispielsweise um den Faktor 1,1 bis 10 größer als der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts 242.

[0080] Im Einzelnen sind die Strömungsquerschnitte, wie auch in Fig. 9, unter Berücksichtigung der für den Betrieb erforderlichen Strömungsgeschwindigkeiten und/oder Anteilen an einzusaugendem Oxidator 122 in

Abhängigkeit der angestrebten Betriebsbedingungen und/oder Brennstoffe ausgelegt.

[0081] Wie in Fig. 9 weist das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10 die Öffnungen 246 an zwei unterschiedlichen axialen Positionen auf. Die erste axiale Position befindet sich ebenfalls unmittelbar stromab des Austritts 140, zur Vormischung des zugeführten Brennstoffes mit aus dem Oxidatorverteilterraum 136 angesaugtem Oxidator 122, wobei sich der Mischprozess stromab durch den Mischkanal 24 fortsetzt.

[0082] Die zweite axiale Position befindet sich zwischen dem ersten Abschnitt 242 und dem zweiten Abschnitt 244, wobei die Öffnung 246 z. B. im Wesentlichen umlaufend ausgebildet ist. Durch den größeren Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts 244 kann beispielsweise, je nach Größe der Öffnung 246, ein vergleichsweise großer Anteil des Oxidators 122 durch die Öffnung 246 an der zweiten Position in den Mischkanal 24 eintreten. Aufgrund der Anordnung der Öffnung 246 im Übergang zu dem zweiten Abschnitt 244 kann sich eine Oxidator-Ummantelung um das Brennstoff-/Oxidatorgemisch bilden, welche das Risiko eines Flammrückschlags verringert.

[0083] Optional können Zumischöffnungen 138 vorhanden sein, mittels welcher im Betrieb (nicht mit Brennstoff vorgemischter) Oxidator 122 in die Brennkammer 3 zugeführt werden kann. Beispielsweise ist/sind die Zumischöffnung/en 138 radial um die Oxidatordüse 12 an diese angrenzend (z. B. mit etwa einer Wandstärke von der Oxidatordüse 12 beabstandet), zur z. B. drallfreien, axialen und/oder axial-radialen Zufuhr von Oxidator 122 aus dem Oxidatorverteilterraum 136 angeordnet.

[0084] Bei dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel sind insbesondere mehrere Düsenanordnungen 10 vorhanden, die in einem Düsenring um die Längsachse L angeordnet sind (aus Fig. 10 nicht ersichtlich).

[0085] Der Düsenring ist um eine weiterhin vorhandene, symmetrisch auf der Längsachse L angeordnete Pilotbrenneranordnung 26 angeordnet. Die Pilotbrenneranordnung 26 basiert hier beispielhaft ebenfalls auf dem Prinzip eines Jet-stabilisierten Brennersystems und weist vorzugsweise mehrere Pilot-Düsenanordnungen, mit jeweils zumindest einer Pilot-Oxidatordüse 262 und einer Pilot-Brennstoffdüse 264, zur (ausschließlich) axialen, drallfreien Zufuhr von Pilot-Brennstoff und Oxidator auf.

[0086] Die Pilot-Brennstoffdüse 264 wird aus einem separaten, beispielsweise ringförmig umlaufenden Pilot-Brennstoffverteilterraum 160 gespeist, der zusätzlich zu einem die Brennstoffdüse 14 speisenden, beispielsweise ringförmig umlaufenden Brennstoffverteilterraum 158 vorhanden ist.

[0087] Eine Pilot-Stirnwand 266 der Pilotbrenneranordnung 26, an welcher insbesondere die Pilot-Oxidatordüsen 262 münden, ist gegenüber den Austritten 120 der Oxidatordüsen 12 des Düsenrings axial zurückversetzt angeordnet. Der Rückversatz ist vorzugsweise derart, dass ein stromauf des Brennraums 3 angeordneter Pilot-

Brennraum 270 gebildet ist. Der Pilot-Brennraum 270 ist umlaufend von einer insbesondere zylindrischen Pilot-Wandung 268 umgrenzt. Im Betrieb der Pilotbrenneranordnung 26 wird der Pilot-Brennstoff zumindest teilweise innerhalb des Pilot-Brennraums 270, stromauf der Verbrennungszone in der Brennkammer 3, verbrannt, wobei sich z. B. sich innerhalb des Pilot-Brennraums 270 eine großräumige (den Pilot-Brennraum 270 zumindest

größtenteils einnehmende) Rezirkulationszone ausbilden kann. **[0088]** Wie die unterschiedlichen Ausführungsbeispiele zeigen, kann die Ausbildung zumindest eines der Austritte 120, 140 als teilumlaufender Spalt 121, 141 sowohl vorteilhaft bei einer vormischenden Konfiguration des Brennerkopfes 1 eingesetzt werden, wobei stromauf der Brennkammer 3 ein (technisch) vorgemischtes Brennstoff-/Oxidator-Gemisch gebildet wird, welches in der Brennkammer 3 mit Abgas 16 vermischt wird. Zudem kann die Ausbildung vorteilhaft bei einer nicht vormischenden Konfiguration eingesetzt werden, wobei Brennstoff 14, Oxidator 12 und Abgas 16 in der Brennkammer 3 zusammengeführt werden. Je nach Ausrichtung und/oder Ausbildung der Austritte 120 und/oder der Austritte 140 können dabei unterschiedliche lokale Mischprozesse forciert werden.

[0089] Mittels der vorgeschlagenen Ausbildung kann eine optimierte lokale Mischung erreicht werden, durch welche eine kompakte Wärmefreisetzungszone resultiert, die vorteilhafterweise eine kompakte Bauweise der Brennkammer 3 und/oder eine Reduktion der Emissionen im Betrieb ermöglicht.

Patentansprüche

1. Brennerkopf (1) zum Einsatz in einem entlang einer Längsachse (L) ausgerichteten Brennersystem, insbesondere für Gasturbinen, der zumindest eine Düsenanordnung (10) aufweist, mit

- zumindest einer Oxidatordüse (12) zur drallfreien Zufuhr von Oxidator (122) in eine Brennkammer (10) des Brennersystems, wobei die Oxidatordüse (12) bezüglich einer Mittelachse (M1) angeordnet ist und einen Austritt (120) zur Mündung in die Brennkammer (3) über eine Stirnseite, insbesondere über eine Stirnwand (2), aufweist, und
- zumindest einer Brennstoffdüse (14) zur Zufuhr von Brennstoff (142) in die Brennkammer (10), wobei die Brennstoffdüse (14) bezüglich einer weiteren Mittelachse (M2) angeordnet ist und einen Austritt (140) zur Mündung in die im Betrieb vorhandene Oxidatorströmung aus der Oxidatordüse (12) und/oder in die Brennkammer (3) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei der Oxidatordüse (12) der Austritt (120) als um die Mittelachse (M1) teilumlaufender Spalt (121) ausgebildet ist, wobei zwischen zwei Spaltenden (131) eine geschlossene Seite (126), ohne Spalt (121), vorhanden ist und wobei der teilumlaufende Spalt (121) und eine die Spaltenden (131) über die geschlossene Seite (126) virtuell verbindende Verbindungslinie (130) eine Innenfläche (132) einschließen, wobei der teilumlaufende Spalt (121) zwischen 180° und 330°, vorzugsweise zwischen 180° und 270°, umlaufend um die Mittelachse (M1) der Oxidatordüse (12) ausgebildet ist, wobei vorzugsweise der übrige umlaufende Abschnitt von der geschlossenen Seite (126) gebildet ist und/oder

dass bei der Brennstoffdüse (14) der Austritt (140) als um die Mittelachse (M2) teilumlaufender Spalt (141) ausgebildet ist, wobei zwischen zwei Spaltenden (151) eine geschlossene Seite (146), ohne Spalt (141), vorhanden ist und wobei der teilumlaufende Spalt (141) und eine die Spaltenden (151) über die geschlossene Seite (146) virtuell verbindende Verbindungslinie (150) eine Innenfläche (152) einschließen, wobei der teilumlaufende Spalt (151) zwischen 180° und 330°, vorzugsweise zwischen 180° und 270°, umlaufend um die Mittelachse (M2) der Brennstoffdüse (14) ausgebildet ist, wobei vorzugsweise der übrige umlaufende Abschnitt von der geschlossenen Seite (146) gebildet ist.

2. Brennerkopf (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der teilumlaufende Spalt (121) der Oxidatordüse (12) bezüglich einer Symmetrieebene (S1) symmetrisch, insbesondere spiegelsymmetrisch, ausgebildet ist und/oder

dass der teilumlaufende Spalt (151) der Brennstoffdüse (14) bezüglich einer Symmetrieebene (S2) symmetrisch, insbesondere spiegelsymmetrisch, ausgebildet ist.

3. Brennerkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der teilumlaufende Spalt (121, 151) der Oxidatordüse (12) und/oder der Brennstoffdüse (14) gerundet, z. B. teilkreisbogenförmig und/oder U-förmig, ausgebildet ist.

4. Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die geschlossene Seite (126) der Oxidatordüse (12) und/oder die geschlossene Seite (146) der Brennstoffdüse (14) in Richtung einer sich im Betrieb ausbildenden großräumigen Rezirkulationszone in-

nerhalb der Brennkammer (3) ausgerichtet ist, beispielsweise in Richtung der Längsachse (L) des Brennersystems weisend.

5. Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Austritt (140) der Brennstoffdüse (14) radial und in Umlaufrichtung bezüglich der Längsachse (L) des Brennersystems im Bereich der Innenfläche (132) der Oxidatordüse (12) angeordnet ist. 10
6. Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Austritt (140) der Brennstoffdüse (14), insbesondere mit der Mittelachse (M2) der Brennstoffdüse (14), in der Symmetrieebene (S1) der Oxidatordüse (12) angeordnet ist. 20
7. Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Austritt (140) der Brennstoffdüse (14) radial näher an dem Austritt (120) der Oxidatordüse (12) als an der geschlossenen Seite (126) angeordnet ist. 25
8. Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Austritt (140) der Brennstoffdüse (14) radial und in Umlaufrichtung bezüglich der Längsachse (L) des Brennersystems im Bereich des Spaltes (121) der Oxidatordüse (12), zur zumindest teilweisen Umgebung durch die Oxidatorströmung im Betrieb, angeordnet ist. 30
9. Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Austritt (140) der Brennstoffdüse (14) gegenüber dem Austritt (120) der Oxidatordüse (12) axial zurückversetzt angeordnet ist, zur Zugabe des Brennstoffes (122) in die Oxidatorströmung stromauf der Brennkammer (3). 35
10. Brennerkopf (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Düsenanordnung (10) einen, insbesondere axial ausgerichteten, Mischkanal (24) umfasst, welcher in einer zwischen dem Austritt (140) der Brennstoffdüse (14) und dem Austritt (120) der Oxidatordüse (12) gebildeten Mischstrecke (248) angeordnet ist. 40
11. Brennerkopf (1) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Mischkanal (24) zumindest zwei axial hin- 45

tereinander angeordnete Abschnitte (242, 244) umfasst, die jeweils einen anderen Strömungsquerschnitt aufweisen.

12. Brennerkopf (1) nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mischstrecke (248) zumindest eine Öffnung (246) zur Einströmung von Oxidator (122) aus einem Oxidatorverteilteraum (136) in die Brennstoffströmung innerhalb des Mischkanals stromauf der Brennkammer (3) aufweist. 50
13. Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Düsenanordnung (10) zumindest eine, zusätzlich zu der Oxidatordüse (12) vorhandene, Zumischöffnung (138) aufweist, mittels welcher Oxidator (122) in die Brennkammer (3) zugeführbar oder zugeführt ist,
dass die Brennstoffdüse (14) auf axialer Höhe des Austrittes (140) eine Abrisskante aufweist. 55
14. Brennersystem mit einem Brennerkopf (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Düsenanordnungen (10) vorhanden sind, die mit den Mittelachsen (M1) der Oxidatordüsen (12) auf zumindest einer gedachten Kreislinie um die Längsachse (L), zur Bildung zumindest eines Düsenrings (22), angeordnet sind,
wobei das Brennersystem (1) dazu ausgebildet ist, eine Verbrennungszone (15) mit einer großräumigen Rezirkulationszone (14) zu stabilisieren.
15. Brennersystem nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass insbesondere weiterhin eine zentral und symmetrisch auf der Längsachse (L) angeordnete Pilotbrenneranordnung (26) vorhanden ist, um welche der Düsenring (22) angeordnet ist, wobei insbesondere eine Pilot-Stirnwand (266) der Pilotbrenneranordnung (26) gegenüber den Austritten (120) der Oxidatordüsen (12) des Düsenrings (22) axial zurückversetzt angeordnet ist.

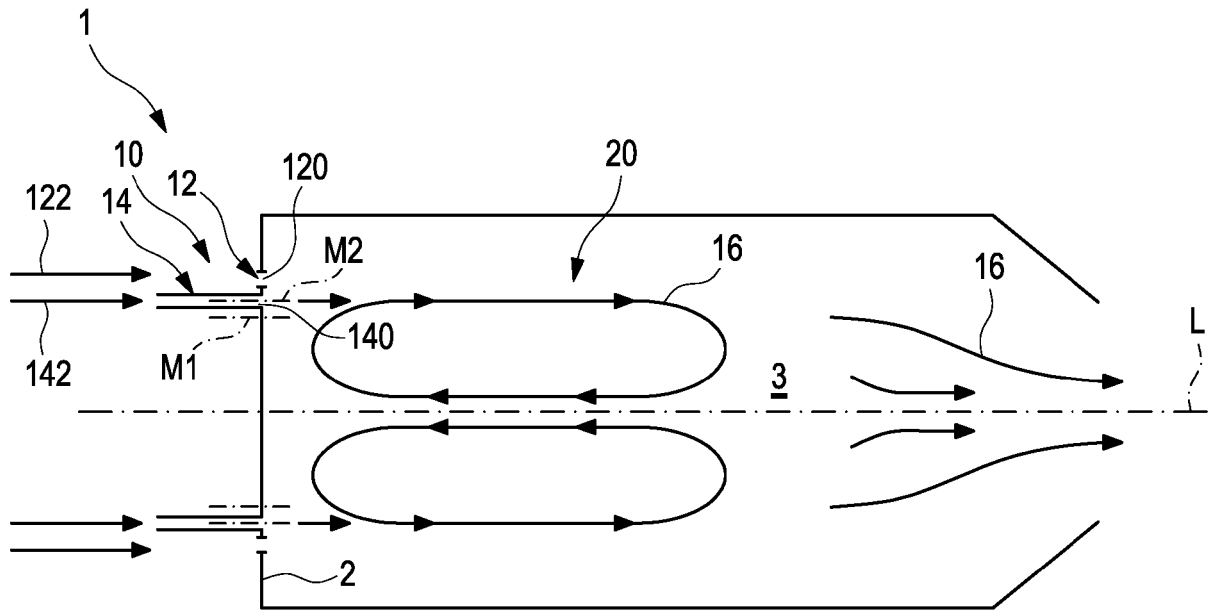


Fig. 1

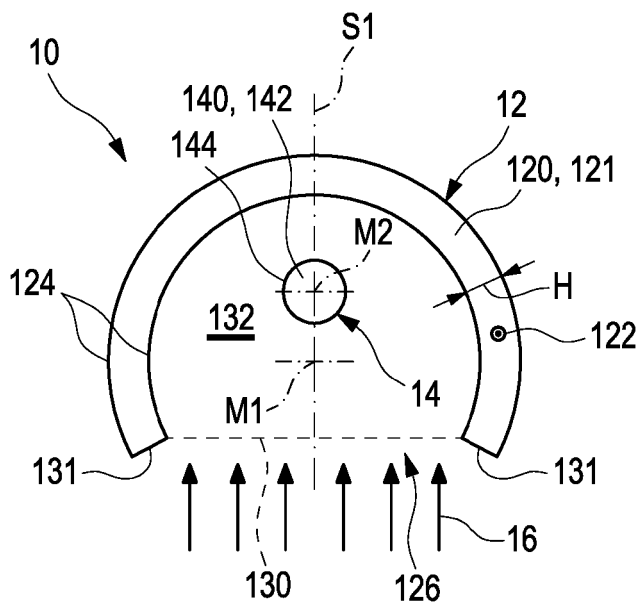


Fig. 2 A

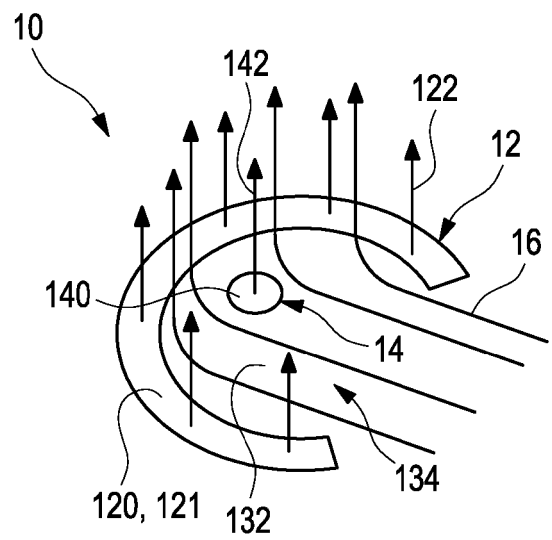


Fig. 2 B

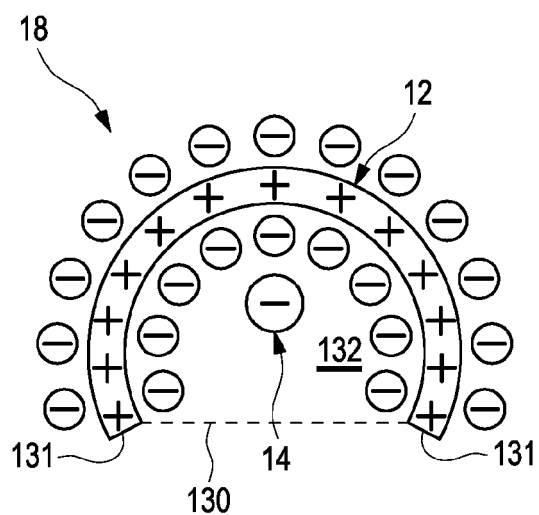


Fig. 3 A

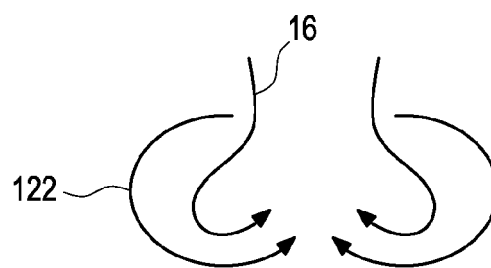


Fig. 3 B

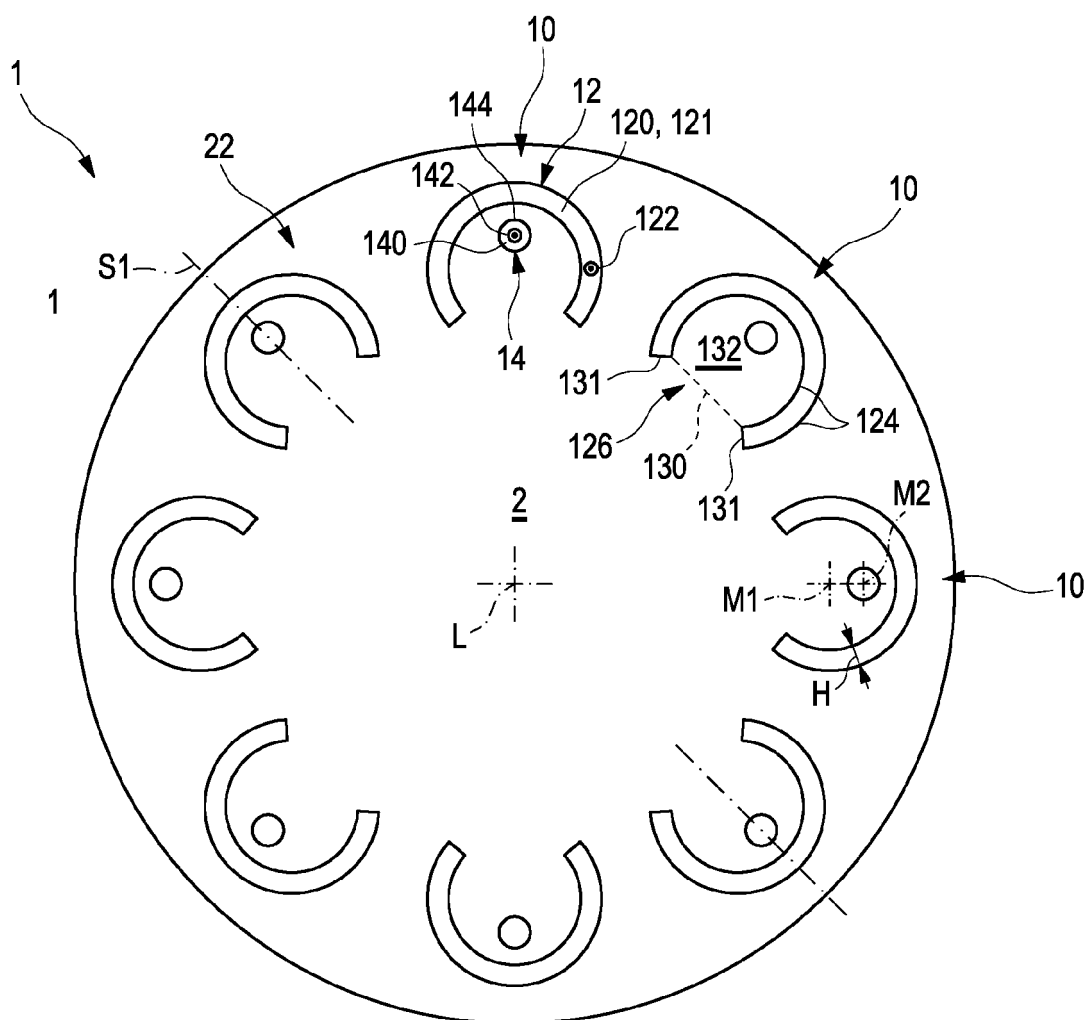


Fig. 4

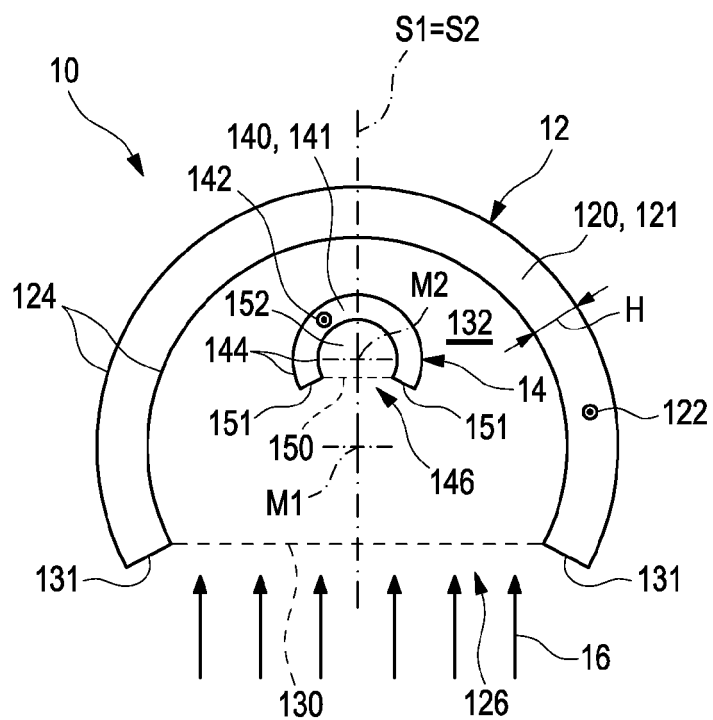


Fig. 5

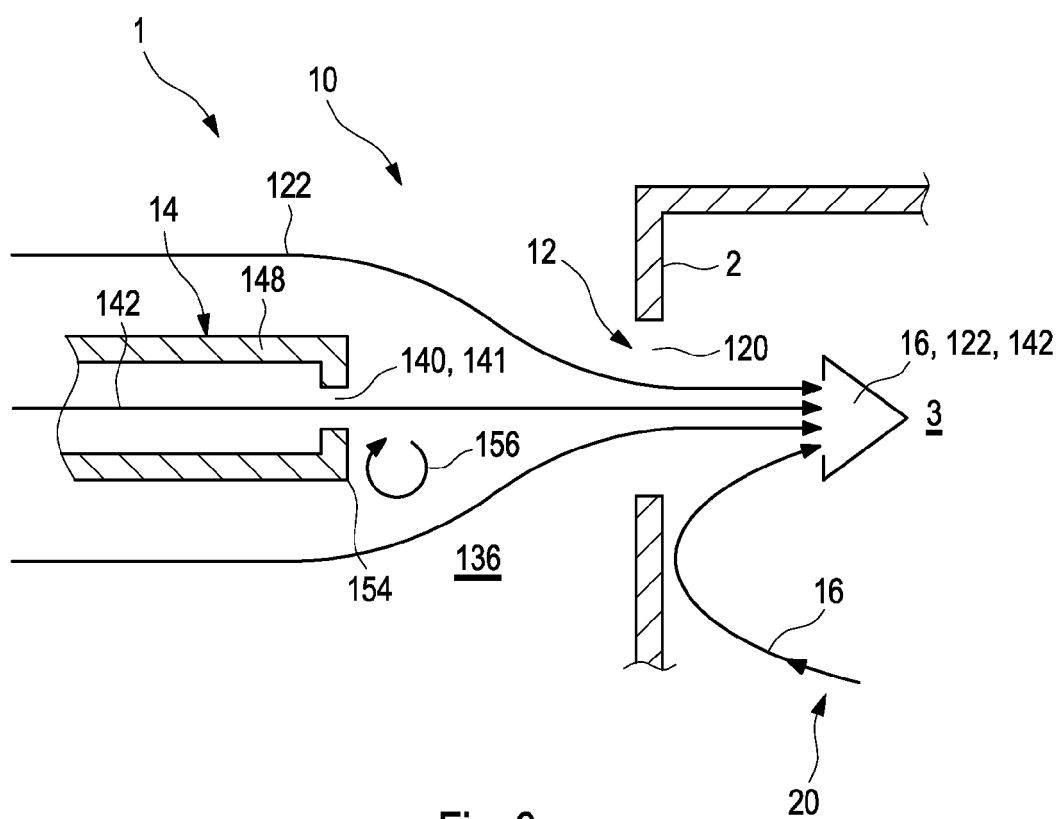


Fig. 6

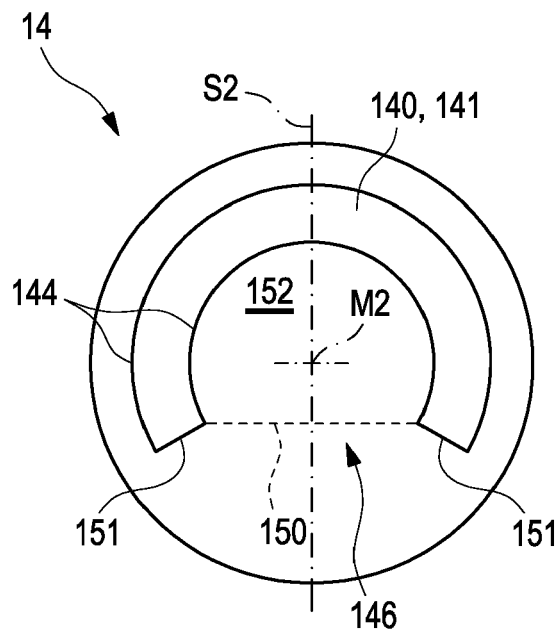


Fig. 7 A

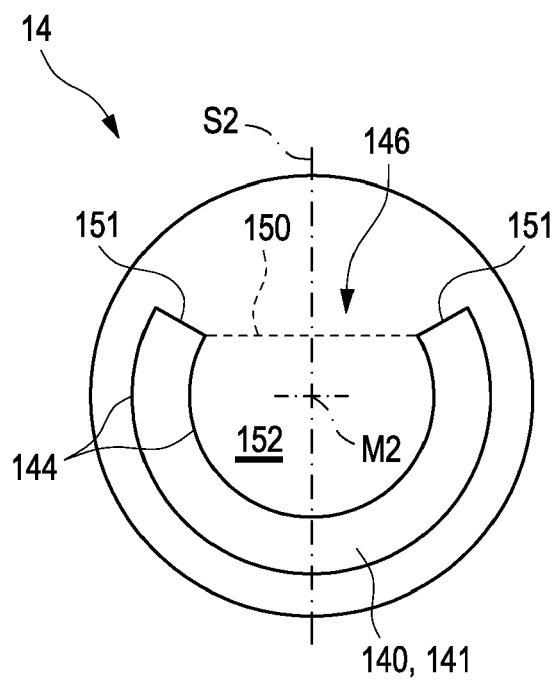


Fig. 7 B

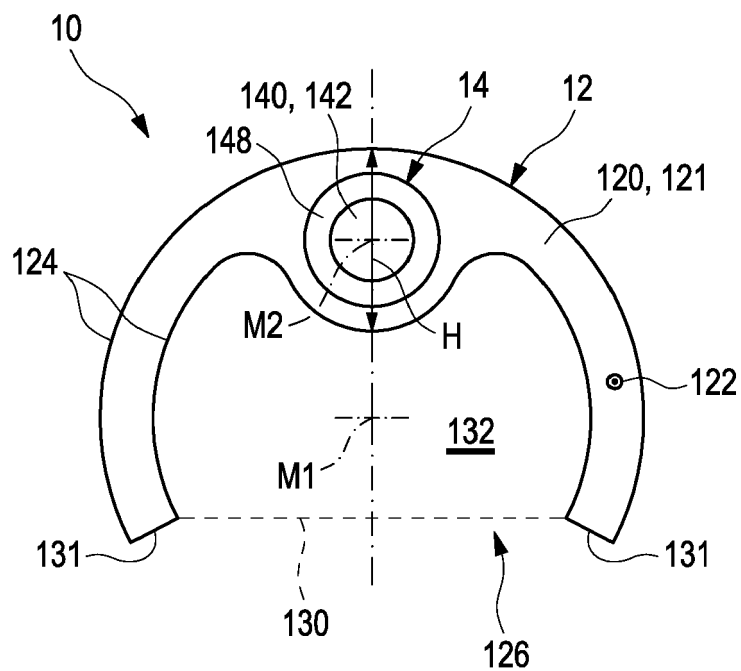


Fig. 8 A

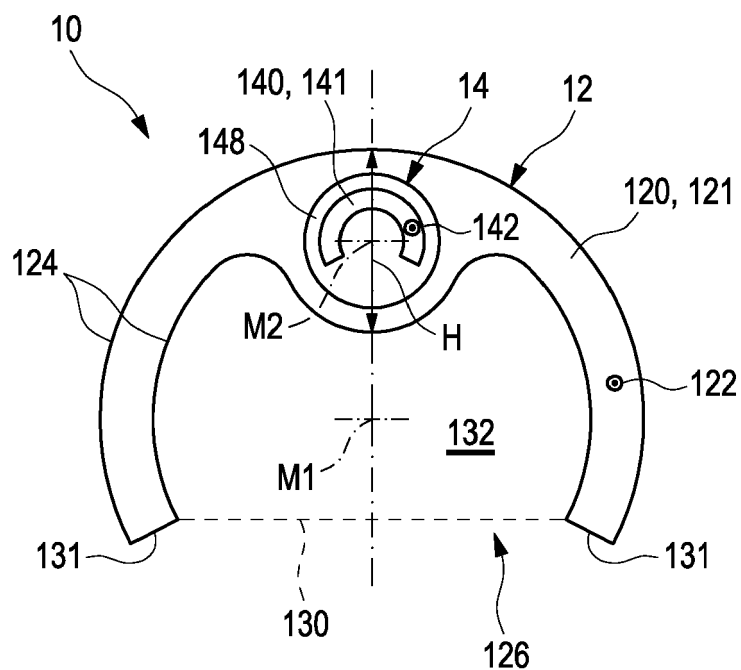


Fig. 8 B

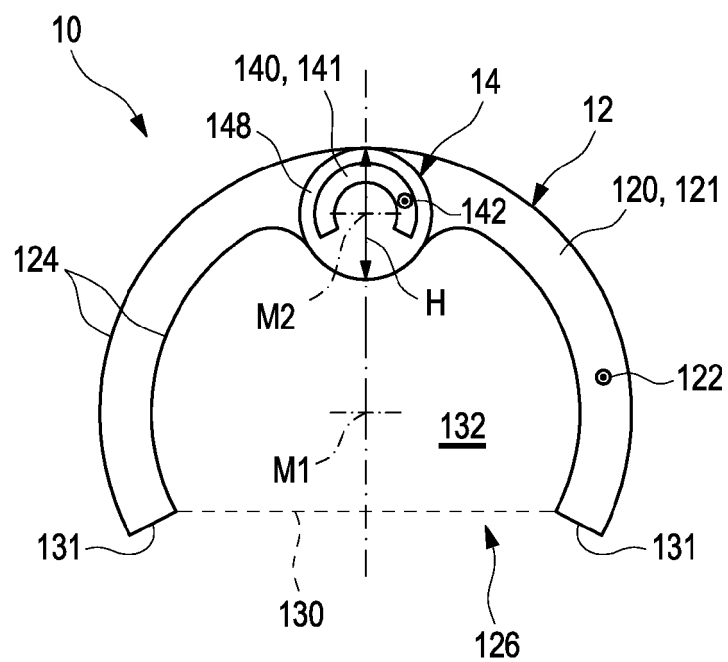


Fig. 8 C

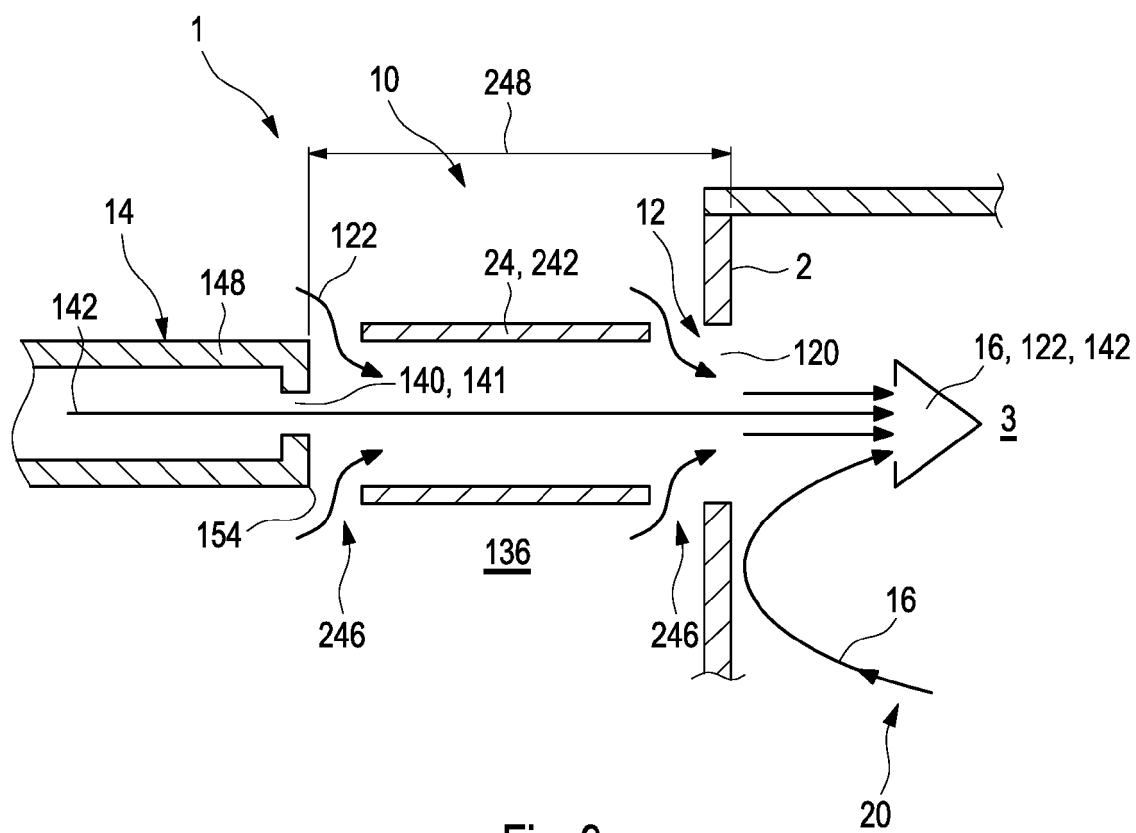


Fig. 9

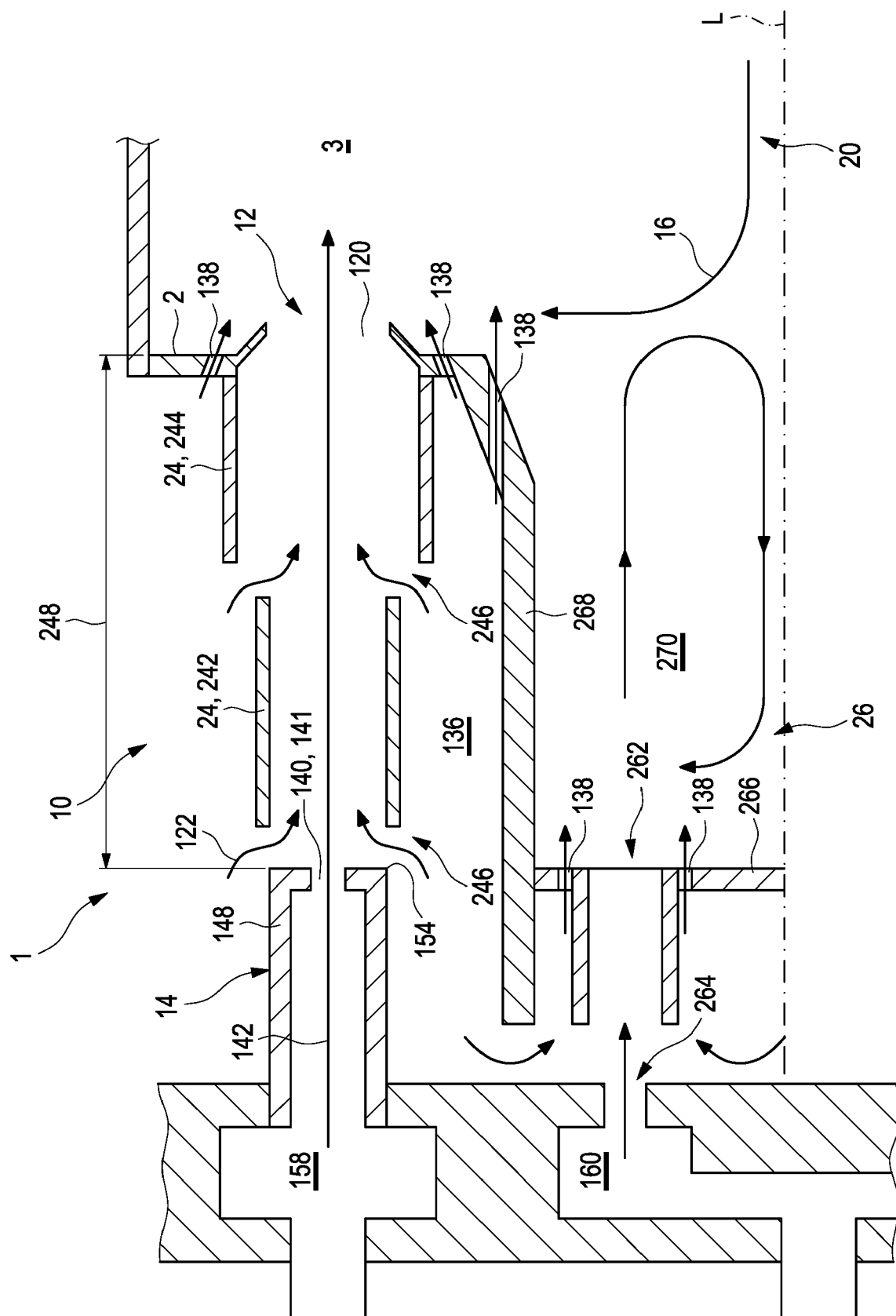


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 15 4004

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	DE 29 51 796 A1 (KOBE STEEL LTD) 26. Juni 1980 (1980-06-26)	1-13	INV. F23R3/10
Y	* Seite 9, Zeile 3 - Zeile 23; Abbildungen 1(I), 1(II), 15(I), 15(II) * * Seite 10, Zeile 23 - Zeile 30; Abbildung 3 *	14,15	F23R3/28 F23C7/02 F23C9/06 F23D14/58
Y	DE 10 2006 051286 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 30. April 2008 (2008-04-30) * Absatz [0027] - Absatz [0033]; Abbildungen 1,2 *	14,15	
A	DE 10 2018 128128 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 14. Mai 2020 (2020-05-14) * Absätze [0026], [0028], [0029], [0031]; Abbildung 1 *	1-15	
A	DE 10 2017 118166 A1 (DEUTSCHES ZENTRUM FUER LUFT UND RAUMFAHRT E V DLR [DE]) 14. Februar 2019 (2019-02-14) * das ganze Dokument *	1-15	
A	US 2017/045231 A1 (STEVENSON IMOGEN [GB] ET AL) 16. Februar 2017 (2017-02-16) * das ganze Dokument *	1-15	
A	US 2015/040569 A1 (SANDELIS DENIS JEAN MAURICE [FR] ET AL) 12. Februar 2015 (2015-02-12) * Absatz [0067] - Absatz [0068]; Abbildung 8 *	1-15	
A	US 2007/172780 A1 (LUGNET ANDERS [SE] ET AL) 26. Juli 2007 (2007-07-26) * Abbildung 2 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 2. Juni 2024	Prüfer Mendão, João
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 24 15 4004

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.

02-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 2951796 A1	26-06-1980	DE 2951796 A1	26-06-1980
			US 4439137 A	27-03-1984
15	DE 102006051286 A1	30-04-2008	DE 102006051286 A1	30-04-2008
			EP 1918641 A2	07-05-2008
			US 2008131824 A1	05-06-2008
20	DE 102018128128 A1	14-05-2020	KEINE	
	DE 102017118166 A1	14-02-2019	KEINE	
25	US 2017045231 A1	16-02-2017	CN 106415132 A	15-02-2017
			CN 106461219 A	22-02-2017
			EP 2940389 A1	04-11-2015
			EP 2940390 A1	04-11-2015
			EP 3137814 A1	08-03-2017
			EP 3137815 A1	08-03-2017
			RU 2642971 C1	29-01-2018
30			US 2017045231 A1	16-02-2017
			US 2017082289 A1	23-03-2017
			WO 2015165735 A1	05-11-2015
			WO 2015166017 A1	05-11-2015
35	US 2015040569 A1	12-02-2015	BR 112014002927 A2	01-03-2017
			CA 2848629 A1	04-04-2013
			CN 103842728 A	04-06-2014
			EP 2761226 A2	06-08-2014
			FR 2980554 A1	29-03-2013
			RU 2014116962 A	10-11-2015
40			US 2015040569 A1	12-02-2015
			WO 2013045792 A2	04-04-2013
45	US 2007172780 A1	26-07-2007	BR PI0515660 A	29-07-2008
			CA 2578374 A1	23-03-2006
			DK 1831605 T3	02-01-2017
			EP 1831605 A1	12-09-2007
			ES 2605953 T3	17-03-2017
			HU E032145 T2	28-08-2017
			JP 2008513721 A	01-05-2008
50			KR 20070073762 A	10-07-2007
			KR 20120131212 A	04-12-2012
			PL 1831605 T3	31-08-2017
			US 2007172780 A1	26-07-2007
55			WO 2006031163 A1	23-03-2006

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006051286 A1 **[0002]**
- DE 2951796 A1 **[0004]**
- DE 102018128128 A1 **[0004] [0005]**
- US 20100159409 A1 **[0004] [0006]**
- DE 69426750 D2 **[0004] [0007]**