



(11) **EP 3 540 313 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.09.2019 Patentblatt 2019/38**

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

(21) Anmeldenummer: **19162730.6**

(22) Anmeldetag: **14.03.2019**

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

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**  
**15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

(72) Erfinder: **STAUFER, Max Dr.**  
**15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

(74) Vertreter: **Maikowski & Ninnemann**  
**Patentanwälte Partnerschaft mbB**  
**Postfach 15 09 20**  
**10671 Berlin (DE)**

(30) Priorität: **15.03.2018 DE 102018106051**

(54) **BRENNKAMMERBAUGRUPPE MIT BRENNERDICHTUNG UND DÜSE SOWIE EINER LEITSTRÖMUNGSERZEUGUNGSEINRICHTUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammerbaugruppe, mit

- einer Düse für eine Brennkammer (3) eines Triebwerks (T) zur Bereitstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse (2) und

- einer Brennerdichtung (4), die eine Durchgangsöffnung aufweist, in der die Düse (2) nach positioniert ist, wobei die Düse (2) einen die Düsenaustrittsöffnung aufweisenden Düsenhauptkörper (20) umfasst, der sich entlang einer Düsenlängsachse (DM) erstreckt. Der Düsenhauptkörper (20) umfasst mindestens einen sich entlang der Düsenlängsachse (DM) erstreckenden inneren Luftleitkanal (26) zur Förderung von Luft an die Düsenaustrittsöffnung, mindestens einen gegenüber dem inneren Luftleitkanal (26), bezogen auf die Düsenlängsachse (DM), radial weiter außen liegenden Kraftstoffleitkanal (25) zur Förderung von Kraftstoff an die Düsenaustritts-

öffnung und mindestens ein radial außen liegendes Luftleitelement (271b) zur Führung an der Düsenaustrittsöffnung austretender Luft und des an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemisches in eine radial nach außen weisende Abströmrichtung (50).

Zusätzlich zu dem mindestens einen Luftleitelement (271b) ist eine Leitströmungserzeugungseinrichtung (LE) vorgesehen ist, die eingerichtet ist, wenigstens eine Leitströmung (5.2, 5.2a, 5.2b) aus Luft zu erzeugen, die an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial berandet und einen maximalen Abströmwinkel ( $\alpha$ ) für die Abströmrichtung (50) bezüglich der Düsenlängsachse (DM) vorgibt und begrenzt, unter dem an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial nach außen abströmen kann.

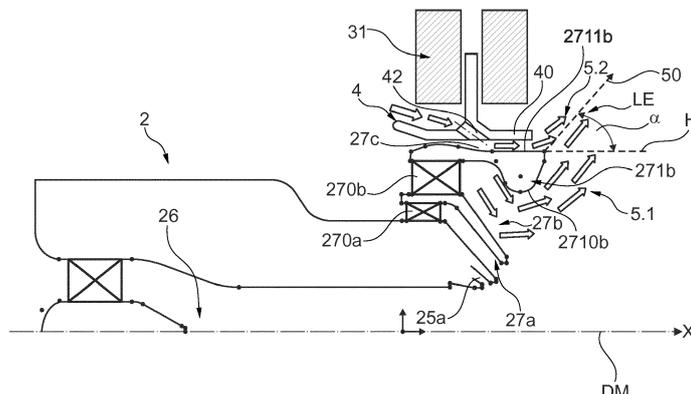


Fig. 1

EP 3 540 313 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorgeschlagene Lösung betrifft eine Brennkammerbaugruppe mit einer Brennerdichtung und einer Düse für eine Brennkammer eines Triebwerks zur Bereitstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse.

**[0002]** Eine (Einspritz-) Düse für eine Brennkammer eines Triebwerks, insbesondere für eine Ringbrennkammer eines Gasturbinentriebwerks umfasst einen die Düsenaustrittsöffnung aufweisenden Düsenhauptkörper, der neben einem Kraftstoffleitkanal zur Förderung von Kraftstoff an die Düsenaustrittsöffnung mehrere (mindestens zwei) Luftleitkanäle zur Förderung von mit dem Kraftstoff zu vermischender Luft an die Düsenaustrittsöffnung aufweist. Eine Düse dient üblicherweise auch zum Verdrallen der zugeführten Luft, die dann, mit dem zugeführten Kraftstoff gemischt, an der Düsenaustrittsöffnung der Düse in die Brennkammer gefördert wird und ist in einer Durchgangsöffnung einer Brennerdichtung gehalten. Mehrere Düsen sind beispielsweise in einer Düsenbaugruppe einer Brennkammerbaugruppe zusammengefasst, die mehrere nebeneinander, üblicherweise entlang einer Kreislinie angeordnete Düsen zur Einbringung von Kraftstoff in die Brennkammer umfasst.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik, zum Beispiel der US 9,423,137 B2 oder der US 5,737,921 A, bekannte Düsen mit mehreren Luftleitkanälen und mindestens einem Kraftstoffleitkanal sehen vor, dass sich ein erster Luftleitkanal entlang einer Düsenlängsachse des Düsenhauptkörpers erstreckt und ein Kraftstoffleitkanal gegenüber dem ersten Luftleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial weiter außen liegt. Mindestens ein weiterer Luftleitkanal ist dann zusätzlich gegenüber dem Kraftstoffleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial weiter außen liegend vorgesehen. Ein Ende des Kraftstoffleitkanals, an dem Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal in Richtung der Luft aus dem ersten Luftleitkanal ausströmt, liegt hierbei typischerweise bezogen auf die Düsenlängsachse und in Richtung der Düsenaustrittsöffnung vor dem Ende des zweiten Luftleitkanals, aus dem Luft dann in Richtung eines Gemisches aus Luft aus dem ersten Luftleitkanal und Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal ausströmt. Aus dem Stand der Technik ist ferner bekannt und beispielsweise auch in der US 9,423,137 B2 oder der US 5,737,921 A vorgesehen, eine solche Düse mit einem dritten Luftleitkanal zu versehen, dessen gegebenenfalls radial nach außen versetztes Ende in axialer Richtung auf das Ende des zweiten Luftleitkanals folgt.

**[0004]** Aus dem Stand der Technik ist ferner bekannt, an einem im Bereich der Düsenaustrittsöffnung liegenden Ende eines radial außen liegenden Luftleitkanals ein Luftleitelement zur Führung aus dem mindestens einen weiteren Luftleitkanal strömender Luft vorzusehen. Über ein solches Luftleitelement wird die aus dem weiteren Luftleitkanal ausströmende, üblicherweise verdrallte Luft radial nach innen umgelenkt, um eine Vermischung mit

dem Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal und der zusätzlichen Luft insbesondere aus dem ersten, inneren Luftleitkanal zu erreichen. Hierüber soll eine Spraywolke mit Kraftstoff-Luft-Gemisch erzeugt werden, in der der Kraftstoff in fein verteilten Tropfen vorliegt.

**[0005]** Ferner wird über das Luftleitelement die an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch in eine radial nach außen weisende Abströmrichtung geführt. Diese bereits teilweise durch das Luftleitelement an dem Düsenhauptkörper vorgegebene Abströmrichtung wird üblicherweise durch ein Strömungsleitelement an der Brennerdichtung (zusätzlich) gesteuert. Ein solches Strömungsleitelement ist durch einen axialen Überstand an der Brennerdichtung ausgebildet, der bei bestimmungsgemäß montierter Brennkammerbaugruppe in Richtung der Brennkammer ragt und typischerweise einen radial nach außen weisenden, sich aufweitenden Endabschnitt aufweist. Die gezielte Führung der an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Luft und insbesondere des an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemisches beeinflusst maßgeblich die Durchmischung in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch und hierüber die bei der Verbrennung entstehenden Emissionen, insbesondere die Rußbildung. Im Betrieb des Triebwerks ist ein Strömungsleitelement der Brennerdichtung den hohen in der Brennkammer herrschenden Temperaturen ausgesetzt und muss daher häufig aufwendig gekühlt werden. Dennoch kommt es nicht selten zu temperaturbedingten Beschädigungen und Verschleißerscheinungen an einem Strömungsleitelement der Brennerdichtung. Regelmäßig ist dann ein Austausch der Brennerdichtung notwendig.

**[0006]** Es besteht somit Bedarf an einer in dieser Hinsicht verbesserten Brennkammerbaugruppe.

**[0007]** Diese Aufgabe ist mit einer Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 1 gelöst.

**[0008]** Hiernach ist eine Brennkammerbaugruppe mit einer Düse und einer Brennerdichtung vorgeschlagen, bei der die Düse einen die Düsenaustrittsöffnung aufweisenden Düsenhauptkörper umfasst, der sich entlang einer Düsenlängsachse erstreckt und der wenigstens das Folgende umfasst:

- mindestens einen sich entlang der Düsenlängsachse erstreckenden (ersten) inneren Luftleitkanal zur Förderung von Luft an die Düsenaustrittsöffnung,
- mindestens einen gegenüber dem inneren Luftleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial weiter außen liegenden Kraftstoffleitkanal zur Förderung von Kraftstoff an die Düsenaustrittsöffnung und
- mindestens ein gegenüber dem inneren Luftleitkanal und dem Kraftstoffleitkanal, bezogen auf die Düsenlängsachse, radial außen liegendes Luftleitelement zur Führung an der Düsenaustrittsöffnung austretender Luft und des an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemisches in eine ra-

dial nach außen weisende Abströmrichtung.

**[0009]** Zusätzlich zu dem mindestens einen Luftleit-  
element ist eine Leitströmungserzeugungseinrichtung  
vorgesehen, die eingerichtet ist, wenigstens eine Leit-  
strömung zu erzeugen, die an der Düsenaustrittsöffnung  
austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung  
austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial berandet und  
einen maximalen Abströmwinkel für die Abströmrichtung  
bezüglich der Düsenlängsachse vorgibt und begrenzt,  
unter dem an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft  
und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraft-  
stoff-Luft-Gemisch radial nach außen abströmen kann.  
Die Leitströmungserzeugungsrichtung ist zumindest teil-  
weise an der Düse und/oder an der Brennerdichtung vor-  
gesehen.

**[0010]** Für die Erzeugung wenigstens eines Teils der  
Leitströmung ist mindestens eine Zuströmöffnung der  
Leitströmungserzeugungseinrichtung an der Brenner-  
dichtung vorgesehen. Die Brennerdichtung integriert so-  
mit eine Zuströmöffnung, die als Bestandteil der Leitströ-  
mungserzeugungseinrichtung wirkt. Bei der Zuströmöff-  
nung handelt es sich somit nicht um eine Kühlluftöffnung,  
um beispielsweise Kühlluft an ein Strömungselement  
der Brennerdichtung heran zu führen. Durch die Zu-  
strömöffnung einströmendes Fluid, insbesondere Luft  
dient hier vielmehr der Erzeugung der den maximalen  
Abströmwinkel vorgebenden und begrenzenden Leit-  
strömung.

**[0011]** Die mindestens eine Zuströmöffnung gibt hier-  
bei eine zur Düsenlängsachse radial nach innen geneigte  
Strömungsrichtung für über die Zuströmöffnung einströ-  
mendes Fluid, insbesondere für über die Zuströmöffnung  
einströmende Luft vor, und/oder die Zuströmöffnung ist  
eingerrichtet, über die Zuströmöffnung einströmendes  
Fluid, insbesondere über die Zuströmöffnung einströ-  
mende Luft, in Richtung auf eine radial äußere Mantel-  
fläche der Düse zu leiten.

**[0012]** Die Zuströmöffnung definiert demzufolge einen  
Zuströmkanal, der ein Fluid von außen durch die  
Brennerdichtung führt und entlang einer radial nach in-  
nen geneigten Strömungsrichtung ausströmen lässt.

**[0013]** Beispielsweise ist die Zuströmöffnung einge-  
richtet, über die Zuströmöffnung einströmende Luft auf  
eine radial äußere Mantelfläche des radial außen liegen-  
den Luftleitlements des Düsenhauptkörpers zu leiten.  
An dieser radial äußeren Mantelfläche des radial außen  
liegenden Luftleitlements kann die Strömung aus der  
Zuströmöffnung an der Brennerdichtung entlang geführt  
und/oder radial nach außen geführt werden, um einen  
Teil der Leitströmung zu definieren.

**[0014]** Im Rahmen der vorgeschlagenen Lösung ist  
somit beispielsweise zusätzlich zu einem radial außen  
liegenden und gegebenenfalls axial vorstehenden Luft-  
leitement des Düsenhauptkörpers eine Leitströmungs-  
erzeugungseinrichtung an der Düse und/oder der  
Brennerdichtung der Brennkammerbaugruppe vorgese-  
hen, die eingerichtet ist, wenigstens eine Leitströmung

aus Luft oder einem anderen Fluid zu erzeugen um ins-  
besondere das an der Düsenaustrittsöffnung austreten-  
de Kraftstoff-Luft-Gemisch innerhalb eines vorgegeben-  
en Abströmwinkels, sowie gegebenenfalls eines hier-  
durch definierten Abströmkegels, zu halten. Die durch  
die Leitströmungserzeugungseinrichtung erzeugte Leit-  
strömung gibt dann den Abströmwinkel vor, unter dem  
eine Strömung aus der an der Düsenaustrittsöffnung  
austretenden Luft und insbesondere des an der Düsen-  
austrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemisches  
maximal geneigt zur Düsenlängsachse radial nach au-  
ßen verlaufen kann. Die Leitströmung gibt somit eine ma-  
ximal zu Düsenlängsachse geneigte Abströmrichtung  
vor, der ein äußerster Rand der Strömung aus der Dü-  
senaustrittsöffnung austretender Luft und des an der Dü-  
senaustrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemi-  
sches folgt.

**[0015]** Über eine gezielt erzeugte Leitströmung wird  
somit insbesondere dem austretenden Kraftstoff-Luft-  
Gemisch eine bestimmte Abströmcharakteristik vorge-  
geben und eine Ausbreitung einer Gemischströmung  
des Kraftstoff-Luft-Gemisches - über den maximal zuläs-  
sigen, durch die Leitströmung vorgegebenen Abström-  
winkel - begrenzt. Dies schließt insbesondere die Erzeu-  
gung einer (Luft-) Leitströmung über die Leitströmungs-  
erzeugungseinrichtung ein, die einen Abströmkegel de-  
finiert, innerhalb dessen das an der Düsenaustrittsöff-  
nung austretende Kraftstoffluft-Gemisch verbleibt. Ein  
radial außen liegendes Luftleitement kann folglich zwar  
weiterhin, für Erzeugung des Kraftstoff-Luft-Gemischs,  
insbesondere zur Führung aus einem Luftleitkanal aus-  
tretender Luft radial nach innen dienen sowie eine Füh-  
rung des sich ergebenden Kraftstoff-Luft-Gemisches ra-  
dial nach außen unterstützen. Ein zusätzliches Strö-  
mungselement an der Brennerdichtung kann aber  
entfallen oder zumindest verkürzt werden, da die  
maßgebliche (weitere) Führung des Kraftstoff-Luft-Ge-  
misches radial nach außen und die Begrenzung eines  
Abströmwinkels von einer gezielt über die Leitströ-  
mungserzeugungseinrichtung erzeugten Leitströmung  
übernommen wird.

**[0016]** Grundsätzlich kann die Düse der Brennkam-  
merbaugruppe zusätzlich zu dem inneren (ersten) Luft-  
leitkanal einen oder mehrere weitere (zweite und/oder  
dritte) radial weiter außen liegende Luftleitkanäle aufwei-  
sen. Ein Ende eines solchen Luftleitkanals, an dem die  
Luft aus dem jeweiligen Luftleitkanal in Richtung der Dü-  
senaustrittsöffnung austritt, liegt dann gegenüber dem  
Luftleitement radial weiter innen und die Luftströ-  
mungserzeugungseinrichtung ist stets zusätzlich zu dem  
inneren Luftleitkanal und etwaigen weiteren Luftleitkanä-  
len vorgesehen.

**[0017]** In einer Ausführungsvariante weist die Düse zu-  
sätzlich zu dem inneren (ersten) Luftleitkanal mindestens  
einen weiteren (zweiten), radial weiter außen liegenden  
Luftleitkanal auf, an dessen Ende das mindestens eine  
Luftleitement vorgesehen ist.

**[0018]** Grundsätzlich kann die Leitströmungserzeu-

gungseinrichtung zur Erzeugung einer radial äußersten und gegebenenfalls ein sich ergebendes Kraftstoff-Luft-Gemisch kreisringförmig einhüllenden Leitströmung eingerichtet und vorgesehen sein, um den maximalen Abströmwinkel für die radial nach außen weisende Abströmrichtung des Kraftstoff-Luft-Gemisches bezüglich der Düsenlängsachse vorzugeben und zu begrenzen. In einer Ausführungsvariante ist mindestens ein Bestandteil der Leitströmungserzeugungseinrichtung, insbesondere ein an der Erzeugung der Leitströmung mitwirkender Bestandteil, bezogen auf die Düsenlängsachse, gegenüber dem mindestens einen radial außen liegenden Luftleitelement radial weiter innen oder radial weiter außen vorgesehen. Ein radial weiter innen vorgesehener Bestandteil ist hierbei beispielsweise an der Düse und insbesondere an dem Düsenhauptkörper, während ein radial weiter außen vorgesehener Bestandteil an der Brennerdichtung vorgesehen ist.

**[0019]** In einer Ausführungsvariante ist zwischen einem Strömungsleitelement der Brennerdichtung und einem Abschnitt der radial äußeren Mantelfläche der Düse ein Zusatzleitkanal gebildet und die Zuströmöffnung ist eingerichtet, über die Zuströmöffnung einströmendes Fluid, insbesondere über die Zuströmöffnung einströmende Luft in den Zusatzleitkanal zu leiten. Im Betrieb des Triebwerks wird somit mithilfe der Zuströmöffnung Luft in einen zwischen einem Strömungsleitelement der Brennerdichtung und einem Abschnitt der radial äußeren Mantelfläche gebildeten Zusatzleitkanal geleitet, an dessen Ende die Leitströmung oder zumindest ein Teil dieser Leitströmung unter dem vorgegebenen Abströmwinkel austritt. Dementsprechend kann sich der Zusatzleitkanal beispielsweise axial bezüglich der Düsenlängsachse erstrecken und zur Erzeugung der die Abströmrichtung und insbesondere den Abströmwinkel vorgebenden Leitströmung am Ende des Düsenhauptkörpers führen.

**[0020]** Ein für die Bildung des Zusatzleitkanals vorgesehenes Strömungsleitelement der Brennerdichtung kann an einem im Bereich der Düsenaustrittsöffnung liegenden Ende axial bezüglich der Düsenlängsachse verlaufen, d.h., ohne einen sich radial nach außen erstreckenden und sich radial nach außen aufweitenden Endabschnitt auszubilden, über den das aus der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch geführt werden würde. Die Führung des Kraftstoff-Luft-Gemisches wird hier vielmehr über die aus dem Zusatzleitkanal austretende Leitströmung geleistet, sodass ein Strömungsleitelement der Brennerdichtung nur mit einer vergleichsweise geringen Länge in Richtung der Brennkammer axial vorragen muss. Ein temperaturbedingter Verschleiß des Strömungsleitelements aufgrund der in der Brennkammer herrschenden hohen Temperaturen lässt sich derart erheblich reduzieren oder sogar vermeiden.

**[0021]** In einer alternativen Ausführungsvariante weist die Brennerdichtung im Bereich der Düsenaustrittsöffnung kein Strömungsleitelement auf. Mithin weist die Brennerdichtung keinen axial vorstehenden Überstand

auf, der bei bestimmungsgemäßer Montage der Brennkammerbaugruppe in Richtung einer Brennkammer des Triebwerks ragt, insbesondere über das Luftleitelement der Düse axial hinaus ragt. In einer solchen Variante wird die Führung des Kraftstoff-Luft-Gemisches nicht durch ein brennerdichtungsseitiges Strömungsleitelement, sondern vornehmlich von der mithilfe der Leitströmungserzeugungseinrichtung im Betrieb des Triebwerks erzeugten Leitströmung auf einen vorgegebenen Abströmwinkel begrenzt.

**[0022]** Unabhängig davon, ob an der Brennerdichtung ein Strömungsleitelement vorgesehen ist oder nicht, kann in einer Ausführungsvariante für die Erzeugung wenigstens eines Teils der Leitströmung mindestens ein Führungselement der Leitströmungserzeugungseinrichtung an der Düse vorgesehen sein. Das Führungselement als Bestandteil der Leitströmungserzeugungseinrichtung ist hier folglich an der Düse und insbesondere als Teil des Düsenhauptkörpers ausgebildet, beispielsweise im Bereich der Düsenaustrittsöffnung.

**[0023]** In einer hierauf basierenden Ausführungsvariante ist das mindestens eine Führungselement unter Bildung eines Luftleitspalts zu dem radial außen liegenden Luftleitelement beabstandet. Das mindestens eine Führungselement liegt somit gegenüber dem Luftleitelement radial weiter innen und bildet zusammen mit einem Abschnitt des Luftleitelements den Luftleitspalt. Dieser Luftleitspalt kann insbesondere sich düsenartig verengend ausgebildet sein, um eine entsprechend beschleunigte Luftströmung für die Leitströmung zu erzeugen. Hierbei ist die Düse ausgebildet und eingerichtet, aus wenigstens einem Luftleitkanal ausströmende Luft zu dem zwischen dem mindestens einen Führungselement und dem Luftleitelement gebildeten Luftleitspalt zu führen, aus dem dann ein Teil der den Abströmwinkel vorgebenden und begrenzenden Leitströmung austritt.

**[0024]** Mittels des mindestens einen Führungselements kann somit insbesondere ein Luftstrahl (englisch "air jet") für die Leitströmung erzeugbar sein. Dieser Luftstrahl weist unter dem Abströmwinkel radial nach außen und begrenzt radial die an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch. Der Luftstrahl tritt hierbei in einer Ausführungsvariante aus dem mithilfe des mindestens einen Führungselements gebildeten Luftleitspalts mit einer Strömungsgeschwindigkeit an der Düsenaustrittsöffnung aus, die höher - gegebenenfalls um wenigstens 3%, 5%, 10%, 15% oder 20% höher - ist als eine Strömungsgeschwindigkeit der an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Luft und des an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemisches. Das mindestens eine Führungselement ist somit zur Erzeugung eines Luftstrahls mit entsprechend erhöhter Strömungsgeschwindigkeit für die Leitströmung eingerichtet. Über das mindestens eine Führungselement wird hierbei ein Teil der an der Düsenaustrittsöffnung zur Verfügung stehenden und aus dem mindestens einen Luftleitkanal der Düse stammenden Luft entsprechend

umgelenkt und beschleunigt, um hiermit die Leitströmung vorzugeben, die den maximalen Abströmwinkel vorgibt.

**[0025]** Im Zuge der vorgeschlagenen Lösung ist ferner ein Triebwerk, insbesondere ein Gasturbinentriebwerk mit mindestens einer Brennkammerbaugruppe vorgesehen.

**[0026]** Die beigefügten Figuren anschaulichen exemplarisch mögliche Ausführungsvarianten der vorgeschlagenen Lösung.

**[0027]** Hierbei zeigen:

Figur 1 ausschnittsweise eine erste Ausführungsvariante einer vorgeschlagenen Brennkammerbaugruppe, mit einer Leitströmungserzeugungseinrichtung, die zur Erzeugung einer radial abströmenden Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung einen Zusatzleitkanal zwischen einem verkürzten Strömungselement einer Brennerdichtung und einer radial äußeren Mantelfläche einer Düse ausbildet;

Figur 2 in mit der Figur 1 übereinstimmender Ansicht eine weitere Ausführungsvariante einer vorgeschlagenen Brennkammerbaugruppe, mit einer Brennerdichtung ohne Strömungselement und einem düsenseitigen Führungselement einer Leitströmungserzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines radial nach außen gerichteten Luftstrahls für die Leitströmung;

Figur 3A ein Triebwerk, in dem die Ausführungsvarianten der Figuren 1 bis 6 zum Einsatz kommt;

Figur 3B ausschnittsweise und in vergrößertem Maßstab die Brennkammer des Triebwerks der Figur 3A;

Figur 3C in Querschnittsansicht den grundsätzlichen Aufbau einer Düse gemäß dem Stand der Technik und die umliegenden Komponenten des Triebwerks im eingebauten Zustand der Düse;

Figur 3D eine Rückansicht auf eine Düsenaustrittsöffnung unter Darstellung von Verdallelementen, die in radial außen liegenden Luftleitkanälen der Düse vorgesehen sind.

**[0028]** Die Figur 3A veranschaulicht schematisch und in Schnittdarstellung ein (Turbofan-) Triebwerk T, bei dem die einzelnen Triebwerkskomponenten entlang einer Rotationsachse oder Mittelachse M hintereinander angeordnet sind und das Triebwerk T als Turbofan-Trieb-

werk ausgebildet ist. An einem Einlass oder Intake E des Triebwerks T wird Luft entlang einer Eintrittsrichtung mittels eines Fans F angesaugt. Dieser in einem Fanggehäuse FC angeordnete Fan F wird über eine Rotorwelle S angetrieben, die von einer Turbine TT des Triebwerks T in Drehung versetzt wird. Die Turbine TT schließt sich hierbei an einen Verdichter V an, der beispielsweise einen Niederdruckverdichter 11 und einen Hochdruckverdichter 12 aufweist, sowie gegebenenfalls noch einen Mitteldruckverdichter. Der Fan F führt einerseits in einem Primärluftstrom F1 dem Verdichter V Luft zu sowie andererseits, zur Erzeugung des Schubs, in einem Sekundärluftstrom F2 einem Sekundärstromkanal oder Bypasskanal B. Der Bypasskanal B verläuft hierbei um einen Verdichter V und die Turbine TT umfassendes Kerntriebwerk, das einen Primärstromkanal für die durch den Fan F dem Kerntriebwerk zugeführte Luft umfasst.

**[0029]** Die über den Verdichter V in den Primärstromkanal geförderte Luft gelangt in einen Brennkammerabschnitt BKA des Kerntriebwerks, in dem die Antriebsenergie zum Antreiben der Turbine TT erzeugt wird. Die Turbine TT weist hierfür eine Hochdruckturbine 13, eine Mitteldruckturbine 14 und eine Niederdruckturbine 15 auf. Die Turbine TT treibt dabei über die bei der Verbrennung frei werdende Energie die Rotorwelle S und damit den Fan F an, um über die die in den Bypasskanal B geförderte Luft den erforderlichen Schub zu erzeugen. Sowohl die Luft aus dem Bypasskanal B als auch die Abgase aus dem Primärstromkanal des Kerntriebwerks strömen über einen Auslass A am Ende des Triebwerks T aus. Der Auslass A weist hierbei üblicherweise eine Schubdüse mit einem zentral angeordneten Auslasskonus C auf.

**[0030]** Die Figur 3B zeigt einen Längsschnitt durch den Brennkammerabschnitt BKA des Triebwerks T. Hieraus ist insbesondere in eine (Ring-) Brennkammer 3 des Triebwerks T ersichtlich. Zur Einspritzung von Kraftstoff respektive eines Luft-Kraftstoff-Gemisches in einen Brennraum 30 der Brennkammer 3 ist eine Düsenbaugruppe vorgesehen. Diese umfasst einen Brennkammer-ring R, an dem entlang einer Kreislinie um die Mittelachse M mehrere (Kraftstoff / Einspritz-) Düsen 2 angeordnet sind. Hierbei sind an dem Brennkammer-ring R die Düsenaustrittsöffnungen der jeweiligen Düsen 2 vorgesehen, die innerhalb der Brennkammer 3 liegen. Jede Düse 2 umfasst dabei einen Flansch, über den eine Düse 2 an ein Außengehäuse G der Brennkammer 3 geschraubt ist.

**[0031]** Die Figur 3C zeigt nun in Querschnittsansicht den grundsätzlichen Aufbau einer Düse 2 sowie die umliegenden Komponenten des Triebwerks T im eingebauten Zustand der Düse 2. Die Düse 2 ist hierbei Teil einer Brennkammerbaugruppe des Triebwerks T. Die Düse 2 befindet sich stromab eines Diffusors DF und wird bei der Montage durch ein Zugangsloch L durch einen Brennkammerkopf 31, durch ein Hitzeschild 300 und eine Kopfplatte 310 der Brennkammer 3 bis zum Brennraum 30 der Brennkammer 3 eingeschoben, sodass eine an einem Düsenhauptkörper 20 ausgebildete Düsenaus-

trittsöffnung in den Brennraum 30 reicht. Die Düse 2 ist hierbei über einen Lagerabschnitt 41 einer Brennerdichtung 4 an der Brennkammer 3 positioniert und in einer Durchgangsöffnung des Lagerabschnitts 41 gehalten. Die Brennerdichtung 4 ist Teil der die Düse 2 umfassenden Brennkammerbaugruppe.

**[0032]** Die Düse 2 umfasst ferner einen sich im Wesentlichen radial bezüglich der Mittelachse M erstreckenden Düsenstamm 21, in dem eine Kraftstoffzuleitung 210 untergebracht ist, die Kraftstoff zu dem Düsenhauptkörper 20 fördert. Am Düsenhauptkörper 20 sind ferner eine Kraftstoffkammer 22, Kraftstoffpassagen 220, Hitzeschilde 23 sowie Luftkammern 24a, 24b zur Isolation ausgebildet. Zusätzlich bildet der Düsenhauptkörper 20 einen mittig entlang einer Düsenlängsachse DM in einer axialen Richtung x verlaufenden (ersten) inneren Luftleitkanal 26 und hierzu radial weiter außen liegende (zweite und dritte) äußere Luftleitkanäle 27a und 27b aus. Diese Luftleitkanäle 26, 27a und 27b erstrecken sich in Richtung der Düsenaustrittsöffnung der Düse 2.

**[0033]** Des Weiteren ist wenigstens ein Kraftstoffleitkanal 26 an dem Düsenhauptkörper 20 ausgebildet. Dieser Kraftstoffleitkanal 25 liegt zwischen dem ersten, inneren Luftleitkanal 26 und dem zweiten äußeren Luftleitkanal 27a. Das Ende des Kraftstoffleitkanals 25, über den im Betrieb der Düse 2 Kraftstoff in Richtung der Luft aus dem ersten, inneren Luftleitkanal 26 ausströmt, liegt, bezogen auf die Düsenlängsachse DM und in Richtung der Düsenaustrittsöffnung, vor einem Ende des zweiten Luftleitkanals 27a, aus dem Luft aus dem zweiten, äußeren Luftleitkanal 27a in Richtung eines Gemisches aus Luft aus dem ersten, inneren Luftleitkanal 26 und Kraftstoff aus dem Kraftstoffleitkanal 25 ausströmt.

**[0034]** In den äußeren Luftleitkanälen 27a und 27b sind Verdrallemente 270a, 270b zum Verdralen der hierüber zugeführten Luft vorgesehen. Ferner umfasst der Düsenhauptkörper 20 am Ende des dritten äußeren Luftleitkanals 27b noch ein äußeres, radial nach innen weisendes Luftleitelement 271b. Bei der Düse 2, bei der sich z.B. um eine druckunterstützte Einspritzdüse handelt, folgen entsprechend der Figur 3C, bezogen auf die Düsenlängsachse DM und in Richtung der Düsenaustrittsöffnung, auf das Ende des Kraftstoffleitkanals 25, aus dem im Betrieb des Triebwerks T Kraftstoff der Luft aus dem ersten, inneren, sich mittig erstreckenden Luftleitkanal 26 zugeführt wird, die Enden der zweiten und dritten radial außen liegenden Luftleitkanäle 27a und 27b. Aus diesen zweiten und dritten Luftleitkanälen 27a und 27b gelangt mittels der Verdrallemente 270a, 270b verdralte Luft an die Düsenaustrittsöffnung. Wie anhand der Rückansicht der Figur 3D mit Blick auf die Düsenaustrittsöffnung entlang der Düsenlängsachse DM dargestellt ist, sind diese Verdrallemente 270a, 270b innerhalb des jeweiligen Luftleitkanals 27a, 27b über den Umfang verteilt angeordnet.

**[0035]** Zur Abdichtung der Düse 2 zum Brennraum 30 hin ist an dem Düsenhauptkörper 20 umfangsseitig noch ein Dichtungselement 28 vorgesehen. Dieses Dichtungselement

28 bildet ein Gegenstück zu einer Brennerdichtung 4. Diese Brennerdichtung 4 ist schwimmend zwischen dem Hitzeschild 300 und der Kopfplatte 310 gelagert, um bei verschiedenen Betriebszuständen radiale und axiale Bewegungen zwischen der Düse 2 und der Brennkammer 3 auszugleichen und eine zuverlässige Dichtung zu gewährleisten.

**[0036]** Die Brennerdichtung 4 weist ein Strömungsleitelement 40 zum Brennraum 30 auf. Dieses Strömungsleitelement 40 sorgt in Verbindung mit dem dritten äußeren Luftleitkanal 27b an der Düse 2 für eine gewollte Strömungsführung des Kraftstoff-Luft-Gemischs, das aus der Düse 2, genauer der verdralten Luft aus den Luftleitkanälen 26, 27a und 27b, sowie dem Kraftstoffleitkanal 25, entsteht.

**[0037]** Bei einer aus dem Stand der Technik bekannten Brennkammerbaugruppe gemäß der Figur 3C übernimmt das Strömungsleitelement 40 der Brennerdichtung 4, das axial über die Düsenaustrittsöffnung vorsteht und in den Brennraum 30 ragt, die Führung des Kraftstoff-Luft-Gemisches radial nach außen unter einem begrenzten Abströmwinkel. Über das an dem Düsenhauptkörper 20 ausgebildete Luftleitelement 271b, das am Ende des radial äußersten, dritten Luftleitkanals 27b vorgesehen ist, wird zwar zusätzlich zu einer Führung der aus dem dritten Luftleitkanal 27b ausströmenden Luft radial nach innen auch eine Führung des Kraftstoff-Luft-Gemischs in einer radial nach außen weisende (Abström-) Richtung unterstützt. Eine gezielte Beeinflussung der Abströmcharakteristik des Kraftstoff-Luft-Gemischs im Hinblick auf eine definierte radiale Begrenzung eines Abströmkegels ist hiermit jedoch üblicherweise nicht verbunden. Diese Funktion wird von dem Strömungsleitelement 40 der Brennerichtung 4 übernommen.

**[0038]** Da das Strömungsleitelement 40 der Brennerdichtung 4 hierfür aber in den Brennraum 30 ragen muss, ist die Brennerdichtung 4 im Betrieb des Triebwerks T thermisch hoch beansprucht. Auch über an der Brennerdichtung 4, üblicherweise im Bereich des Lagerabschnitts 41, vorgesehene Kühlluftöffnungen, über die Kühlluft zu dem Strömungsleitelement 40 geführt wird, lässt sich häufig nicht vermeiden, dass das Strömungsleitelement 40 temperaturbedingt beschädigt wird und die Brennerdichtung 4 im Rahmen einer Wartung des Triebwerks T ausgetauscht werden muss.

**[0039]** In dieser Hinsicht kann eine vorgeschlagene Brennkammerbaugruppe Abhilfe schaffen. Hierbei wird zusätzlich zu mindestens einem Luftleitelement, wie dem Luftleitelement 271b der in der Figur 3C dargestellten Düse 2, eine Leitströmungserzeugungseinrichtung vorgesehen. Diese Leitströmungserzeugungseinrichtung ist eingerichtet, wenigstens eine Leitströmung zu erzeugen, die an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial berandet und einen maximalen Abströmwinkel  $\alpha$  für die Abströmrichtung bezüglich der Düsenlängsachse DM - typischerweise dann ohne einen in Richtung der Abströmrichtung weisenden En-

dabschnitt eines Strömungsleitelements 40 der Brennerdichtung 4 - vorgibt und begrenzt, unter dem an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial nach außen abströmen kann.

**[0040]** Bei den Ausführungsvarianten der Figuren 1 und 2 ist eine Leitströmungserzeugungseinrichtung LE vorgesehen, die eingerichtet ist, wenigstens eine Leitströmung 5.2, 5.2a/5.2b aus Luft zu erzeugen, die einen maximalen Abströmwinkel  $\alpha$  für eine Abströmrichtung 50 bezüglich der Düsenlängsachse DM vorgibt und begrenzt. Die Leitströmungserzeugungseinrichtung LE ist hierbei jeweils zumindest teilweise an der Düse 2 und/oder an der Brennerdichtung 4 vorgesehen. Über die hiermit erzeugbare Leitströmung 5.2, 5.2a/5.2b wird ein Strömungskegel definiert, innerhalb dessen eine Gemischströmung 5.1 des Kraftstoff-Luft-Gemisches verbleibt, ohne dass an der Brennerdichtung 4 ein in den Brennraum 30 hinein ragendes und/oder über das düsenseitige Luftleitelement 271b axial hinaus tragendes Strömungsleitelement 40 vorgesehen werden müsste. Eine radiale Begrenzung und Führung der Gemischströmung 5.1 wird hier vornehmlich oder ausschließlich durch die mithilfe der Leitströmungserzeugungseinrichtung LE erzeugten Leitströmung 5.2, 5.2a/5.2b vorgegeben.

**[0041]** In der Figur 1 ist eine Ausführungsvariante der Brennkammerbaugruppe in gegenüber der Darstellung der Figur 3C vergrößertem Maßstab und ausschnittsweise dargestellt. Die Leitströmungserzeugungseinrichtung LE dieser Ausführungsvariante umfasst mindestens eine Zuströmöffnung 42 an der Brennerdichtung 4 sowie einen Zusatzleitkanal 27c, der zwischen einem verkürzten Strömungsleitelement 40 der Brennerdichtung 4 und einer radial äußeren Mantelfläche 2711b des Luftleitelements 271b gebildet ist. Der Zusatzleitkanal 27c kann zum Beispiel ringförmig oder ringsegmentförmig um die Düsenlängsachse DM umlaufend ausgebildet sein.

**[0042]** Über eine Zuströmöffnung 42 oder mehrere Zuströmöffnungen 42 gelangt von außen Luft durch die Brennerdichtung 4 hindurch an die axial äußere Mantelfläche 2711b des Luftleitelements 271b und in den Zusatzleitkanal 27c. Ein mit der Zuströmöffnung 42 in der Brennerdichtung 4 definierter Strömungskanal verläuft hierbei geneigt zur Düsenlängsachse DM radial nach innen, sodass über die Zuströmöffnung(en) 42 einströmende Luft entlang einer radial nach innen geneigten Strömungsrichtung zur der radial äußeren Mantelfläche 2711b der Düse 2 geleitet wird. An der radial äußeren Mantelfläche 2711b der Düse 2 wird die einströmende Luft umgelenkt und am Ende des Zusatzleitkanals 27c entlang einer radial nach außen weisenden Abströmrichtung 50 geführt. Die aus dem Zusatzleitkanal 27c ausströmende Luftströmung bildet eine Leitströmung 5.2. Diese Leitströmung 5.2 strömt entlang der Abströmrichtung 50 unter einem definierten Abströmwinkel  $\alpha$  (mit  $\alpha$  im Bereich von 1 bis 75°, insbesondere im Bereich von 15° bis 55° oder im Bereich von 32° bis 47°) geneigt zur

Düsenlängsachse DM radial nach außen und begrenzt damit die mögliche Ausbreitung der aus der Düsenaustrittsöffnung austretenden Gemischströmung 5.1 in radialer Richtung.

**[0043]** Über die mit hoher Geschwindigkeit unter dem Abströmwinkel  $\alpha$  entlang der Abströmrichtung 50 ausströmende Leitströmung 5.2 ist somit eine aus der Düsenaustrittsöffnung austretende Luftströmung und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch der Gemischströmung 5.1 radial berandet und insbesondere der Gemischströmung 5.1 ein maximal möglicher Abströmwinkel  $\alpha$  vorgegeben und begrenzt. In der Figur 1 ist dabei der Abströmwinkel  $\alpha$  der Einfachheit halber bezogen auf eine Bezugsgerade H dargestellt. Diese Bezugsgerade H verläuft parallel zur Düsenlängsachse DM durch den axial äußersten Punkt der äußeren Mantelfläche 2711b der Düse 2 und mithin durch eine an der Düse 2 definierte Abströmkante der Leitströmung 5.2.

**[0044]** Über eine Innenkontur 2710b des Luftleitelements 271b ist am Ende des dritten Luftleitkanals 27b aus dem dritten Luftleitkanal 27b ausströmende Luft radial nach innen umgelenkt, um eine Vermischung der Luft mit dem eingespritzten Kraftstoff zu erreichen. Über die in der Querschnittsdarstellung konvex nach innen gewölbte Innenkontur 2710b des Luftleitelements 271b wird hierbei auch erreicht, dass an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial nach außen geführt wird. Eine gezielte Steuerung des maximal möglichen Abströmwinkel  $\alpha$  und eine Begrenzung dieses Abströmwinkel  $\alpha$  ist über das Luftleitelement 271b jedoch nicht erreicht. Hierfür ist die mittels der Leitströmungserzeugungseinrichtung LE erzeugte Leitströmung 5.1 vorgesehen.

**[0045]** Aufgrund der erzeugbaren Leitströmung 5.1 kann das Strömungsleitelement 40 der Brennerdichtung 4 gegenüber der aus dem Stand der Technik vorbekannten Brennkammerbaugruppe gemäß der Figur 3C in der Ausführungsvariante der Figur 1 deutlich verkürzt werden und ragt insbesondere axial nicht über das Luftleitelement 271b hinaus. Das Strömungsleitelement 40 ist somit im Betrieb des Triebwerks T in deutlich geringerem Maße thermisch beansprucht. Da dem Strömungsleitelement 40 darüber hinaus eine Strömungsleitungsfunktion nur im Zusammenhang mit dem axial und im Wesentlichen parallel zur Düsenlängsachse DM verlaufenden Zusatzleitkanal 27c zukommt, das Strömungsleitelement 40 jedoch nicht für die Führung der Gemischströmung 5.1 stromab der Düsenaustrittsöffnung eingerichtet ist, weist das Strömungsleitelement 40 der Ausführungsvariante der Figur 1 auch keinen radial nach außen weisenden und sich aufweitenden Endabschnitt auf.

**[0046]** Bei der Ausführungsvariante der Figur 2 ist die Brennerdichtung 4 gänzlich ohne entlang der axialen Richtung x vorstehendes Strömungsleitelement 40 ausgebildet. Teil der Leitströmungserzeugungseinrichtung LE ist aber auch hier eine Zuströmöffnung 42 respektive

mehrere über den Umfang der Brennerdichtung 4 verteilte Zuströmöffnungen 42 zur Erzeugung eines Teils einer den Abströmwinkel  $\alpha$  vorgegebenen Leitströmung 5.2a/5.2b. Über die Zuströmöffnung(en) 42 in Richtung des Brennraums 30 einströmende Luft wird dabei auch bei der Ausführungsvariante der Figur 2 radial nach innen geleitet, und zwar auf die radial äußere Mantelfläche 2711b der Düse 2 zu. An dieser radial äußeren Mantelfläche 2711b wird die über die Zuströmöffnung(en) 42 einströmende Luft in Richtung der Abströmrichtung 50 umgelenkt, sodass hiermit einen Teil der Leitströmung 5.2a/5.2b gebildet ist.

**[0047]** Zusätzlich zu diesem gegenüber dem Luftleitelement 271b radial weiter außen liegenden Bestandteil der Leitströmungserzeugungseinrichtung LE ist bei der Ausführungsvariante der Figur 2 weiterhin ein düsenseitiger und radial weiter innen liegender Bestandteil der Leitströmungserzeugungseinrichtung LE in Form mindestens eines Führungselements 29 vorgesehen. Dieses Führungselement 29 ist unter Bildung eines Luftleitspalts 29a zu dem Luftleitelement 271b beabstandet. Der Luftleitspalt 29a wird dementsprechend radial außen von einer inneren, die Innenkontur 2710b definierenden Mantelfläche des Luftleitelements 271b und radial innen von einer äußeren Mantelfläche des Führungselements 29 berandet. Der Luftleitspalt 29a ist hierbei bezogen auf die axiale Richtung x entlang der Düsenlängsachse DM sich düsenartig verengend respektive sich verjüngend ausgebildet und weist mit seinem in axialer Richtung x liegenden Ende in die Abströmrichtung 50. Der Luftleitspalt 29a ist hierbei derart dimensioniert und insbesondere sich verjüngend ausgeführt, dass mithilfe des Luftleitspalts 29a ein Luftstrahl (englisch "air jet") mit gegenüber dem an der Düsenaustrittsöffnung ausströmender Luft und gegenüber dem an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemisch erhöhter Strömungsgeschwindigkeit in Richtung der Abströmrichtung 50 erzeugt wird. Der mithilfe des Luftleitspalts 29a erzeugte Luftstrahl berandet dann unter dem Abströmwinkel  $\alpha$  zu der Düsenlängsachse DM verlaufend radial die Gemischströmung 5.1 und begrenzt als Teil der Leitströmung 5.2a/5.2b die Ausbreitung der Gemischströmung 5.1 in radialer Richtung.

**[0048]** Eine aus Teilströmen 5.2a und 5.2b aus dem Luftleitspalt 29a und dem Zusatzleitkanal 27c gebildeten Leitströmung 5.2a/5.2b übernimmt vorliegend die Funktion eines Strömungselements 40 der Brennerdichtung 4 gemäß der Figur 3C, ohne dass hierfür aber ein starres und über das Luftleitelement 271b axial hinausragendes Strukturbauteil für die Führung der Gemischströmung 5.1 vorgesehen werden müsste.

**[0049]** Bei der Ausführungsvariante der Figur 2 ist im Übrigen nicht zwingend, dass sowohl über mindestens eine an der Brennerdichtung 4 vorgesehene Zuströmöffnung 42 als auch über ein düsenseitiges Führungselement 29 und den damit gebildeten Luftleitspalt 29a eine (Luft-) Leitströmung 5.2a/5.2b erzeugt wird. Eine Variante einer Leitströmungserzeugungseinrichtung LE auf Ba-

sis der Ausführungsvariante der Figur 2 kann auch lediglich eine der beiden Maßnahmen vorsehen. Dementsprechend kann beispielsweise ein Luftstrahl erzeugendes Führungselement 29, insbesondere ein umfangsseitig um die Düsenlängsachse DM umlaufendes und gegenüber dem Luftleitelement 271b radial innen liegendes Führungselement 29 zur Erzeugung einer Leitströmung 5.2a vorgesehen sein, ohne dass zusätzlich an der Brennerdichtung 4 eine Zuströmöffnung 42 vorgesehen ist.

**[0050]** Es versteht sich, dass die vorgeschlagene Lösung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt ist und verschiedene Modifikationen und Verbesserungen vorgenommen werden können, ohne von den hier beschriebenen Konzepten abzuweichen. Beliebige der Merkmale können separat oder in Kombination mit beliebigen anderen Merkmalen eingesetzt werden, sofern sie sich nicht gegenseitig ausschließen, und die Offenbarung erstreckt sich auf alle Kombinationen und Unterkombinationen eines oder mehrerer Merkmale, die hier beschrieben werden, und umfasst diese.

#### Bezugszeichenliste

25	<b>[0051]</b>	
	11	Niederdruckverdichter
	12	Hochdruckverdichter
	13	Hochdruckturbine
30	14	Mitteldruckturbine
	15	Niederdruckturbine
	2	Düse
	20	Düsenhauptkörper
	21	Düsenstamm
35	210	Kraftstoffzuleitung
	22	Kraftstoffkammer
	220	Kraftstoffpassage
	23	Hitzeschild
	24a, 24b	Luftkammer
40	25	Kraftstoffleitkanal
	26	Erster Luftleitkanal
	270a, 270b	Verdrallelement
	2710b	Innenkontur
	2711b	Äußere Mantelfläche
45	271b	Luftleitelement
	27a	Zweiter Luftleitkanal
	27b	Dritter Luftleitkanal
	27c	Zusatzleitkanal
	28	Dichtungselement
50	29	Führungselement
	29a	Luftleitspalt
	3	Brennkammer
	30	Brennraum
	300	Hitzeschild
55	31	Brennkammerkopf
	310	Kopfplatte
	4	Brennerdichtung
	40	Strömungselement

41	Lagerabschnitt	
42	Zuströmöffnung	
5.1	Gemischströmung	
5.2, 5.2a, 5.2b	Leitströmung	
50	Abströmrichtung	5
A	Auslass	
B	Bypasskanal	
BKA	Brennkammerabschnitt	
C	Auslasskonus	
D	Wandstärke	10
DF	Diffusor	
DM	Düsenlängsachse	
E	Einlass / Intake	
F	Fan	
F1, F2	Fluidstrom	15
FC	Fanghäuse	
G	Außengehäuse	
H	Bezugsgerade	
L	Zugangslot	
LE	Leitströmungserzeugungseinrichtung	20
M	Mittelachse / Rotationsachse	
R	Brennkammerring	
S	Rotorwelle	
T	(Turbofan-)Triebwerk	
TT	Turbine	25
V	Verdichter	
$\alpha$	Abströmwinkel	

## Patentansprüche

### 1. Brennkammerbaugruppe, mit

- einer Düse für eine Brennkammer (3) eines Triebwerks (T) zur Bereitstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches an einer Düsenaustrittsöffnung der Düse (2) und
- einer Brennerdichtung (4), die eine Durchgangsöffnung aufweist, in der die Düse (2) positioniert ist,

wobei die Düse (2) einen die Düsenaustrittsöffnung aufweisenden Düsenhauptkörper (20) umfasst, der sich entlang einer Düsenlängsachse (DM) erstreckt, und der Düsenhauptkörper (20) ferner wenigstens das Folgende umfasst:

- mindestens einen sich entlang der Düsenlängsachse (DM) erstreckenden inneren Luftleitkanal (26) zur Förderung von Luft an die Düsenaustrittsöffnung,
- mindestens einen gegenüber dem inneren Luftleitkanal (26), bezogen auf die Düsenlängsachse (DM), radial weiter außen liegenden Kraftstoffleitkanal (25) zur Förderung von Kraftstoff an die Düsenaustrittsöffnung und
- mindestens ein gegenüber dem inneren Luftleitkanal (26) und dem Kraftstoffleitkanal (25),

bezogen auf die Düsenlängsachse (DM), radial außen liegendes Luftleitelement (271b) zur Führung an der Düsenaustrittsöffnung austretender Luft und des an der Düsenaustrittsöffnung austretenden Kraftstoff-Luft-Gemisches in eine radial nach außen weisende Abströmrichtung (50),

wobei zusätzlich zu dem mindestens einen Luftleitelement (271b) eine Leitströmungserzeugungseinrichtung (LE) vorgesehen ist, die eingerichtet ist, wenigstens eine Leitströmung (5.2, 5.2a, 5.2b) zu erzeugen, die an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial berandet und einen maximalen Abströmwinkel ( $\alpha$ ) für die Abströmrichtung (50) bezüglich der Düsenlängsachse (DM) vorgibt und begrenzt, unter dem an der Düsenaustrittsöffnung austretende Luft und das an der Düsenaustrittsöffnung austretende Kraftstoff-Luft-Gemisch radial nach außen abströmen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Leitströmungserzeugungseinrichtung (LE) zumindest teilweise an der Düse (2) und/oder an der Brennerdichtung (4) vorgesehen ist, und  
 - an der Brennerdichtung (4), für die Erzeugung wenigstens eines Teils der Leitströmung (5.2, 5.2b), wenigstens eine Zuströmöffnung (42) der Leitströmungserzeugungseinrichtung (LE) vorgesehen ist, wobei die wenigstens eine Zuströmöffnung (42) eine zur Düsenlängsachse (DM) radial nach innen geneigte Strömungsrichtung für über die Zuströmöffnung (42) einströmende Luft vorgibt und/oder die Zuströmöffnung (42) eingerichtet ist, über die Zuströmöffnung (42) einströmende Luft in Richtung auf eine radial äußere Mantelfläche (2711b) der Düse (2) zu leiten.

2. Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (2) zusätzlich zu dem inneren Luftleitkanal (26) wenigstens einen weiteren, radial weiter außen liegenden Luftleitkanal (27b) aufweist, an dessen Ende das wenigstens eine Luftleitelement (271b) vorgesehen ist.

3. Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (2) zusätzlich zu dem inneren Luftleitkanal (26) wenigstens zwei weitere, radial zueinander versetzte Luftleitkanäle (27a, 27b) aufweist, deren Enden gegenüber dem Luftleitelement (271b) radial weiter innen an dem Düsenhauptkörper (20) vorgesehen sind, und die Leitströmungserzeugungseinrichtung (LE) zusätzlich dem inneren Luftleitkanal (26) und den wenigstens zwei weiteren Luftleitkanälen (27a, 27b) vorgesehen ist.

4. Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Bestandteil (29, 42) der Leitströmungserzeugungseinrichtung (LE), bezogen auf die Düsenlängsachse (DM), gegenüber dem mindestens einer radial außen liegenden Luftleitelement (271b) radial weiter innen oder radial weiter außen vorgesehen ist. 5
5. Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem Strömungselement (40) der Brennerdichtung (4) und einem Abschnitt der radial äußeren Mantelfläche (2711b) der Düse (2) ein Zusatzleitkanal (27c) gebildet ist und die Zuströmöffnung (42) eingerichtet ist, über die Zuströmöffnung (42) einströmende Luft in den Zusatzleitkanal (27c) zu leiten. 10  
15
6. Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennerdichtung (4) im Bereich der Düsenaustrittsöffnung kein Strömungselement (40) aufweist. 20  
25
7. Brennkammerbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Düse (2), für die Erzeugung wenigstens eines Teils der Leitströmung (5.2a), mindestens ein Führungselement (29) der Leitströmungserzeugungseinrichtung (LE) vorgesehen ist. 30
8. Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Führungselement (29) unter Bildung eines Luftleitspaltes (29a) zu dem radial außen liegenden Luftleitelement (271b) beabstandet ist. 35
9. Brennkammerbaugruppe nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des mindestens einen Führungselements (29) ein Luftstrahl für die Leitströmung (5.2a) erzeugbar ist. 40
10. Triebwerk mit mindestens einer Brennkammerbaugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 9. 45

50

55



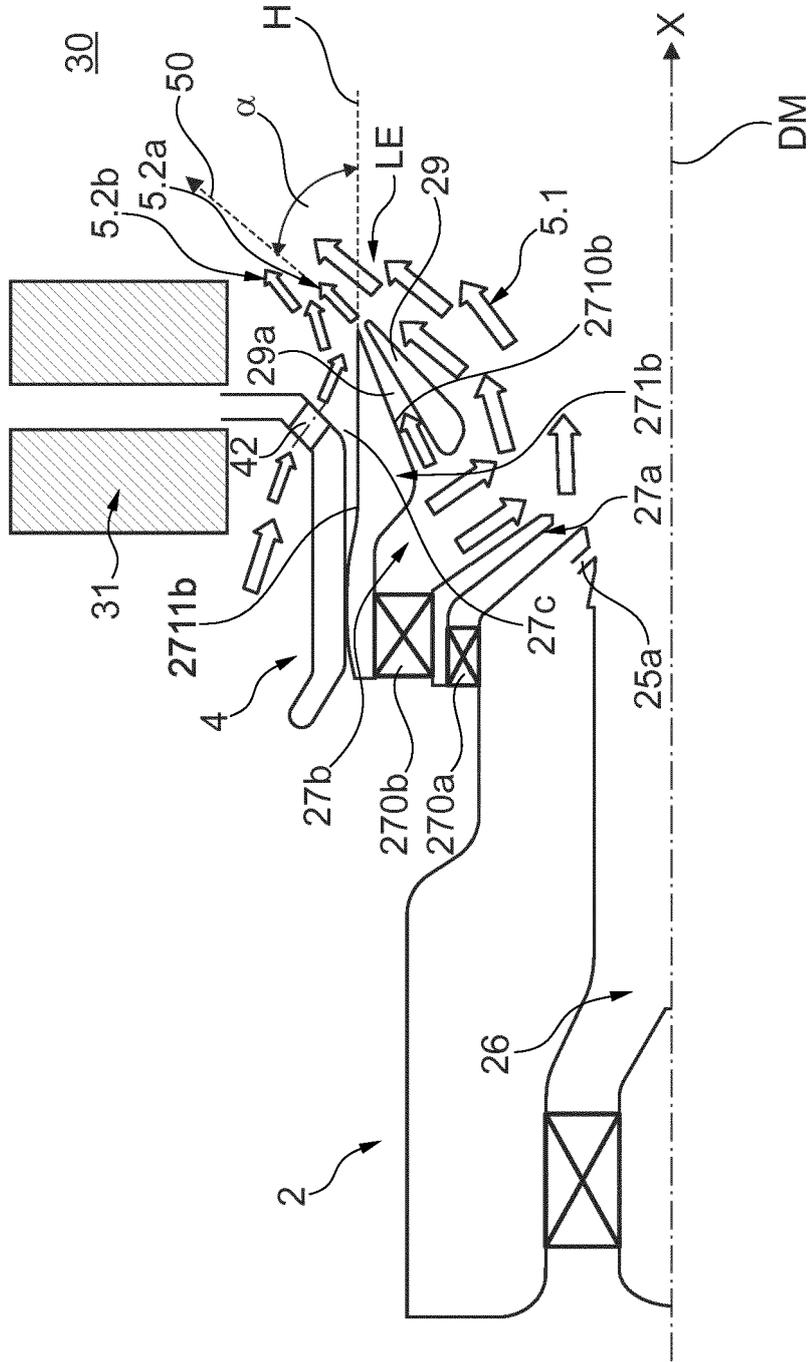


Fig. 2



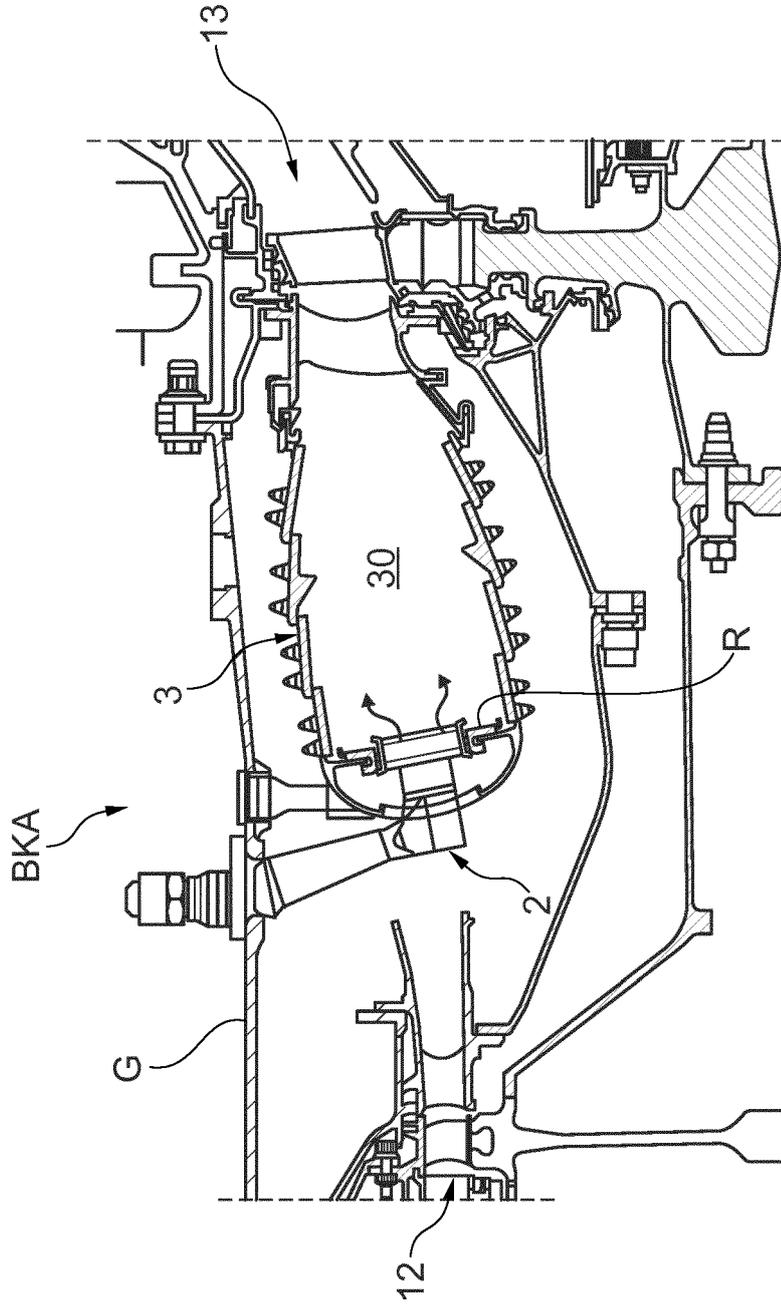


Fig. 3B

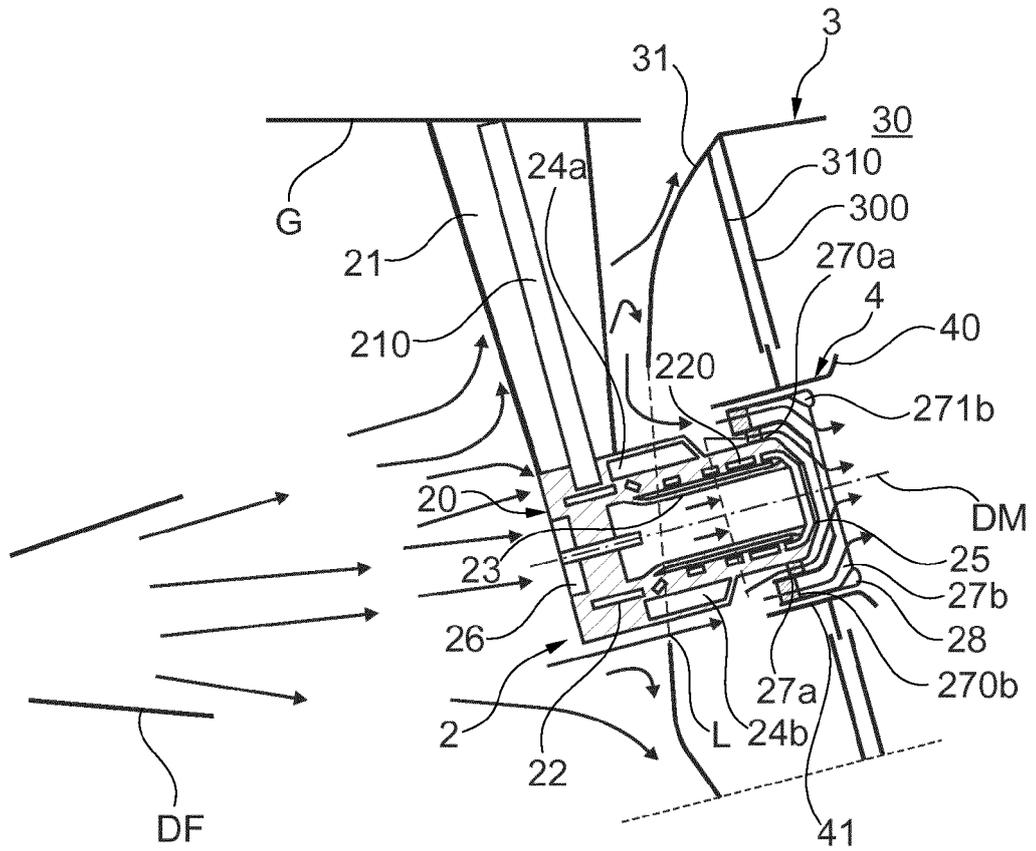


Fig. 3C  
STAND DER TECHNIK

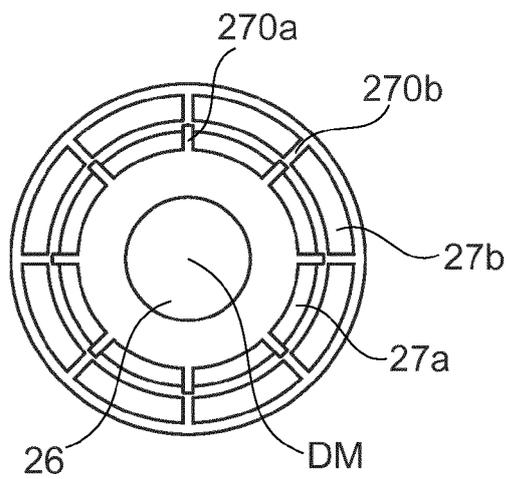


Fig. 3D



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 19 16 2730

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/036739 A1 (HORIKAWA ATSUSHI [JP] ET AL) 14. Februar 2013 (2013-02-14) * Absatz [0020] - Absatz [0033]; Abbildungen 1-4 *	1-5,7,9,10	INV. F23R3/28
Y	US 2015/159874 A1 (TOON IAN JAMES [GB] ET AL) 11. Juni 2015 (2015-06-11) * Absatz [0033] - Absatz [0047]; Abbildungen 1-5 *	1-4,6-10	
Y	US 4 934 145 A (ZEISSER MELVIN H [US]) 19. Juni 1990 (1990-06-19) * Spalte 4, Zeile 20 - Zeile 31; Abbildung 1 *	1-4,6-10	
Y	DE 195 08 111 A1 (BMW ROLLS ROYCE GMBH [DE]) 12. September 1996 (1996-09-12) * Spalte 1, Zeile 49 - Spalte 2, Zeile 68; Abbildungen 1-4 *	1-4,7-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. Juli 2019</b>	Prüfer <b>Theis, Gilbert</b>
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 Patentedokument, 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 19 16 2730

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.

05-07-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013036739 A1	14-02-2013	JP 4838888 B2	14-12-2011
		JP 2011007477 A	13-01-2011
		US 2013036739 A1	14-02-2013
-----			
US 2015159874 A1	11-06-2015	GB 2521127 A	17-06-2015
		US 2015159874 A1	11-06-2015
		US 2018149362 A1	31-05-2018
-----			
US 4934145 A	19-06-1990	FR 2637675 A1	13-04-1990
		GB 2223839 A	18-04-1990
		US 4934145 A	19-06-1990
-----			
DE 19508111 A1	12-09-1996	CA 2214691 A1	12-09-1996
		DE 19508111 A1	12-09-1996
		EP 0813669 A1	29-12-1997
		US 5894732 A	20-04-1999
		WO 9627765 A1	12-09-1996
-----			

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**

- US 9423137 B2 [0003]
- US 5737921 A [0003]