



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2016 Patentblatt 2016/10

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

(21) Anmeldenummer: **14183316.0**

(22) Anmeldetag: **03.09.2014**

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

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

(72) Erfinder:
• **Hase, Matthias**
45478 Mülheim (DE)
• **Köstlin, Berthold**
47057 Duisburg (DE)
• **Prade, Bernd**
45479 Mülheim (DE)
• **Wyhnalek, Stefan**
04769 Mügeln (DE)

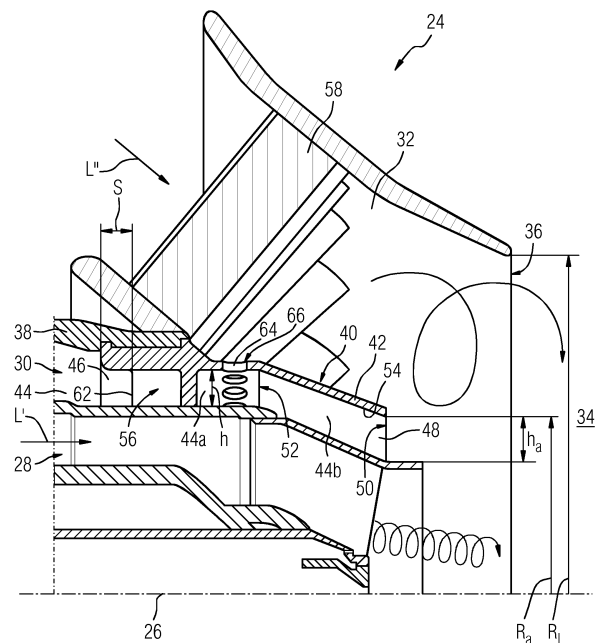
(54) **Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine und Brenner für eine Gasturbine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine mit mindestens einem Brenner (24), wobei der Brenner eine Primärbrennstoffpassage (44) mit einem zur Verbrennungszone weisenden Passagenaustritt und eine Luftpassage (32) mit einem zur Verbrennungszone weisenden Luftpassagenaustritt (36) aufweist, wobei in mindestens einem ersten Betriebszustand ein mit Brennstoff vermischter oder reiner Verdichtertluftstrom aus der Luftpassage strömend benachbart zu einem aus der Primärbrennstoffpassage strömenden Primärbrennstoffstrom in die Verbrennungszone eingeleitet wird.

Das Verfahren eignet sich zur Reduzierung von Druckpulsationen in der Brennkammer der Gasturbine.

Hierzu wird in dem ersten Betriebszustand der Brenner mit einer mittleren Luftgeschwindigkeit in der Luftpassage und einer mittleren Primärbrennstoffgeschwindigkeit in der Primärbrennstoffpassage derart betrieben, dass aufgrund einer Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Strömen in der Scherschicht eine Instabilität einer im Wesentlichen ersten Frequenz angeregt wird, wobei die Relativgeschwindigkeit derart gewählt ist, dass die erste Frequenz ungeeignet ist mittels einer Wechselwirkung mit der Flamme eine Druckpulsation in der Brennkammer anzufachen.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine, mit welchem Druckpulsationen in der Brennkammer der Gasturbine reduziert werden können.

Die Erfindung bezieht sich auch auf einen Brenner, welcher zur Durchführung des Verfahrens besonders geeignet ist.

[0002] Bei dem gattungsgemäßen Verfahren wird mindestens ein Brenner der Gasturbine entsprechend betrieben. Ein zur Durchführung des Verfahrens geeigneter Brenner umfasst eine Primärbrennstoffpassage mit einem zur Verbrennungszone weisenden Passagenaustritt und eine zur Primärbrennstoffpassage benachbart angeordnete Luftpassage mit einem zur Verbrennungszone weisenden Luftpassagenaustritt. In mindestens einem ersten Betriebszustand der Gasturbine wird ein mit Brennstoff vermischter oder reiner Verdichterluftstrom aus der Luftpassage strömend benachbart zu einem aus der Primärbrennstoffpassage strömenden Primärbrennstoffstrom in die Verbrennungszone eingeleitet. Die beiden Passagenaustritte können beispielsweise konzentrisch zueinander angeordnet sein.

[0003] Ein gattungsgemäßer Brenner ist beispielsweise in der WO 2011 157458 A1 offenbart. Der Offenbarungsgehalt der Patentschrift sei in die vorliegende Patentanmeldung mit aufgenommen.

[0004] Der in der WO 2011 157458 A1 offenbarte Brenner weist eine zentrale Brennerachse und eine zentrale Sekundärbrennstoffzuführeinheit auf. Konzentrisch um die Sekundärbrennstoffzuführeinheit ist eine Primärbrennstoffzuführeinheit angeordnet mit einer Primärbrennstoffpassage.

Um die Primärbrennstoffzuführeinheit herum verläuft konzentrisch eine Ringraumpassage zur Zufuhr von Verdichterluft. Die Luftpassage weist einen in die Verbrennungszone weisenden Luftpassagenaustritt auf.

[0005] Die Primärbrennstoffzuführeinheit des Brenners des Standes der Technik ist zur Beaufschlagung mit Synthesegas ausgebildet. Bevorzugt gilt dies auch für den Brenner der vorliegenden Erfindung. Aufgrund des geringeren Heizwertes des Synthesegases sind derartige Passagen für besonders hohe Volumenströme ausgelegt. Die Primärbrennstoffzuführeinheit umfasst eine Primärmischröhre und eine sich stromab anschließende Brennstoffdüse. Zur Ausbildung der Brennstoffpassage ist die Primärmischröhre und die äußere Wand der Brennstoffdüse von der Sekundärbrennstoffzuführeinheit beabstandet angeordnet. Die Passage ist somit ringraumförmig. Die Brennstoffdüse umfasst einen zur Primärmischröhre weisenden Brennstoffdüsen Eintritt und einen in die Verbrennungszone weisenden Brennstoffdüsenaustritt. Stromab des Brennstoffdüsen Eingangs und entlang eines ersten Passagenabschnitts ist die Höhe der Primärbrennstoffpassage im Wesentlichen konstant. An diesen ersten Passagenabschnitt grenzt ein sich bis zum Brennstoffdüsenaustritt erstre-

ckender zweiter Passagenabschnitt an. Die Primärmischröhre und die Brennstoffdüse könnten auch einstückig ausgebildet sein. Vorzugsweise ist die Brennstoffdüse aber als ein austauschbares Bauteil in dem Brenner angeordnet.

[0006] Der in der WO 2011 157458 A1 offenbarte Brenner weist zur Reduzierung von Druckpulsationen Drallschaufeln in der Primärbrennstoffpassage mit einer für diesen Zweck speziell ausgestalteten Einlauflänge zum Brennstoffdüsen Eintritt auf.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Brenner anzugeben, der im Betrieb der Gasturbine zur Durchführung des Verfahrens geeignet ist und derart betreibbar ist, dass mindestens in einem ersten Betriebszustand der Gasturbine Druckpulsationen der Gasturbine besonders effektiv vermieden oder zumindest reduziert sind.

[0008] Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine anzugeben, mit welchem ein gattungsgemäßer Brenner in mindestens einem ersten Betriebszustand der Gasturbine derart betrieben wird, dass Druckpulsationen der Gasturbine besonders effektiv vermieden oder zumindest reduziert werden.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Brenner der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass das Verhältnis der Querschnittsfläche der Primärbrennstoffpassage am Brennstoffdüsenaustritt geteilt durch die Querschnittsfläche zu Beginn des zweiten Passagenabschnitts 0.7 bis 0.9 beträgt.

[0010] Anders als bei dem Brenner im Stand der Technik (bei welchem zur Erreichung einer höheren akustischen Stabilität in der Verbrennungszone auf den Drallerzeuger abgestellt wird), wird bei der vorliegenden Erfindung zur Reduzierung der Druckpulsationen vorrangig auf das Einstellen einer günstigen Relativgeschwindigkeit zwischen den Strömen der Luftpassage und der Primärbrennstoffpassage nach Austritt aus dem Brennerausgang abgestellt.

[0011] Der erfindungsgemäße Brenner ermöglicht es aufgrund der geringen Querschnittsverringerung im Bereich der Brennstoffdüse den Brenner bei gleichem Lastbereich und gleichem Versorgungsdruck auf wesentlich geringerem Geschwindigkeitsniveau in der Primärbrennstoffpassage, die bevorzugt als Synthesegaspassage ausgebildet ist, zu betreiben als bei dem genannten Brenner des Standes der Technik.

Dadurch verschieben sich im gesamten Lastbereich bzw. Betriebsbereichs des Brenners die in der Scherströmung zwischen den beiden Fluidströmen (also dem aus der Luftpassage austretendem Fluidstrom und dem aus der Primärbrennstoffpassage austretendem Fluidstrom) angeregten Frequenzen der in der Scherströmung auftretenden Instabilitäten zu kleineren Werten. Bei diesen Instabilitäten handelt es sich um Druckschwankungen, insbesondere um auftretende Wirbelstraßen. Die in einer Scherströmung auftretenden Instabilitäten können beispielsweise auf sogenannte Kelvin-

Helmholtz-Instabilitäten zurückzuführen sein. Im Allgemeinen wird bei einem vorgegebenen Betriebszustand des Brenners und damit einer vorgegebenen Relativgeschwindigkeit in der besagten Scherströmung eine Instabilität im Wesentlichen einer Frequenz angeregt. Die Relativgeschwindigkeiten und proportional hierzu die angeregten Frequenzen liegen bei dem beanspruchten Intervall um mindestens einen Faktor 1.5 bis 2 unter den Frequenzen des Brenners des Standes der Technik. Damit eignet sich der erfindungsgemäße Brenner zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens, beispielsweise Brenner einer Gasturbine der Leistungsklasse des Gasturbinentyps SGTx-2000E LC (Produktbezeichnung der Anmelderin).

[0012] Das angegebene Intervall ermöglicht es insbesondere, relevante Bereiche an Brennstoffsplit, Geschwindigkeit und Drallzahl zu erzielen.

[0013] Vorzugsweise kann sich die Querschnittsfläche der Primärbrennstoffpassage entlang des zweiten Passagenabschnitts im Wesentlichen stetig/kontinuierlich verringern.

[0014] Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass das Verhältnis der Querschnittsflächen 0.8 bis 0.9 beträgt.

[0015] Dies ermöglicht in mindestens einem Betriebsbereich des Brenners besonders vorteilhafte Relativgeschwindigkeiten zwischen den beiden Passagen, vorzugsweise bei einem Einsatz des Brenners in einer Gasturbine des Typs SGTx-2000E LC.

[0016] Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die zur Sekundärbrennstoffzuführungseinheit weisende Innenseite der äußeren Wand der Brennstoffdüse entlang des ersten Passagenabschnitts im Wesentlichen zylindermantelförmig ausgebildet ist.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung kann vorsehen, dass die äußere Wand der Brennstoffdüse entlang des zweiten Passagenabschnitts in Strömungsrichtung konisch zulaufend ausgebildet ist.

[0018] Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass das Verhältnis der Höhe der Primärbrennstoffpassage am Brennstoffdüsenaustritt geteilt durch den Radius des Brennstoffdüsenausgangs 0.125 bis 0.16, insbesondere 0.149 bis 0.151 beträgt.

[0019] Dies ermöglicht in mindestens einem Betriebsbereich besonders vorteilhafte Relativgeschwindigkeiten.

[0020] Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass der Radius des Brennstoffdüsenaustritts geteilt durch den Radius des Luftpassagenaustritts 0.5 bis 0.6, insbesondere 0.54 bis 0.56, beträgt.

[0021] Dies ermöglicht in mindestens einem Betriebsbereich besonders vorteilhafte Relativgeschwindigkeiten.

[0022] Zur weiteren Reduzierung von Druckpulsationen kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung in der Brennstoffdüse stromauf des zweiten Passagenabschnitts ein Drallerzeuger angeordnet sein.

Zur Erzeugung eines Dralls in der Primärbrennstoffpassage kann der Drallerzeuger beispielsweise eine Anzahl von umlaufend in der Brennstoffdüse angeordneten Drallschaufeln umfassen. Die Erfindung ist allerdings nicht auf diesen Typ Drallerzeuger beschränkt. Der Drallerzeuger kann beispielsweise auch aus mit Fluid beaufschlagbaren, umlaufend an der äußeren Wand der Brennstoffdüse angeordneten Luftdüsen bestehen, die zur Beaufschlagung der Passagenströmung mit einem Drall beispielsweise Luft mit einer in Umfangsrichtung der Primärbrennstoffpassage gerichteten Komponente eindüsen. Bei dem Drallerzeuger könnte es sich beispielsweise auch um eine quer zur Passage angeordnete Scheibe handeln, die von einer Vielzahl durch die Scheibe verlaufenden Bohrungen durchsetzt ist. Die Bohrungen sind dabei entsprechend des gewünschten Dralls angestellt. Im Rahmen dieser Erfindung sei der Drall in der Primärbrennstoffpassage definiert als das Verhältnis von Drehimpuls zu dem Produkt aus dem Düsenaustrittsradius und dem Axialimpuls der in der Passage strömenden Primärbrennstoffströmung, wobei Drehimpuls und Axialimpuls am Düsenaustritt betrachtet werden.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Drallerzeuger derart gewählt sein, dass in mindestens einem ersten Betriebszustand des Brenners, ein Drall von 1.6 bis 2.2, insbesondere von 1.7 bis 2.0, in der Primärbrennstoffpassage bewirkbar ist.

[0024] Das beanspruchte Intervall hat sich insbesondere bei dem erfindungsgemäß niedrigeren Geschwindigkeitsniveau in der Primärbrennstoffpassage als stabilisierend für die Verbrennung erwiesen. Sofern ein Drallerzeuger mit Drallschaufeln ausgebildet ist, sind die Drallschaufeln derart ausgebildet und mit einem Schaufelwinkel angeordnet, dass der beanspruchte Bereich des Dralls bewirkbar ist.

[0025] Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass der Drallerzeuger eine umlaufend in der Brennstoffdüse angeordnete Anzahl von Drallschaufeln umfasst, die jeweils eine Anströmkante aufweisen, wobei die Einlaufflänge zwischen dem Brennstoffdüsenaustritt und der Anströmkante geteilt durch die Höhe im Bereich des Drallerzeugers der Primärbrennstoffpassage 0.95 bis 0.5, insbesondere 0.6 bis 0.7, beträgt.

[0026] Das beanspruchte Intervall hat sich insbesondere bei dem erfindungsgemäß niedrigeren Geschwindigkeitsniveau in der Primärbrennstoffpassage als stabilisierend für die Verbrennung erwiesen.

[0027] Zur weiteren Stabilisierung der Verbrennung kann eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vorsehen, dass die äußere Wand der Brennstoffdüse eine Anzahl von Eindüsöffnungen umfasst, welche die Primärbrennstoffpassage fluidisch mit der Luftpassage verbinden, wobei die Summe der Querschnittsflächen der Eindüsöffnungen und deren Anordnung in der Primärbrennstoffpassage derart gewählt sind, dass für mindestens einen ersten Betriebszustand des Brenners ein Primärbrennstoffsplit in die Luftpassage von 10% - 30 %, insbesondere 15% bis 20%, bewirkbar ist.

[0028] Das beanspruchte Intervall des Brennstoffsplits gewährleistet beim Betrieb des Brenners eine Verbreiterung des Zeitverzugsprofils des Primärbrennstoffstromes, welche sich als vorteilhaft bzw. als besonders vorteilhaft zur zusätzlichen Reduzierung von Druckpulsationen erwiesen hat. Hierbei kann bevorzugt der über die Eindüsöffnungen in die Luftpassage eingebrachte Brennstoff über die Breite der Scherströmung hinaus in die Luftpassage eingedüst werden. Dies ergibt eine vorteilhafte Verbreiterung des Zeitverzugsprofils des über die beiden Ausgänge in die Brennkammer eingeleiteten Primärbrennstoffstromes.

[0029] Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass die Eindüsöffnungen im stromab gelegenen Endbereich des ersten Passagenabschnitts angeordnet sind.

[0030] Es kann auch als vorteilhaft betrachtet werden, dass die Eindüsöffnungen stromab eines in der Luftpassage angeordneten Drallerzeugers angeordnet sind.

[0031] Für eine besonders vorteilhafte Eindüsung können die Eindüsöffnungen eine schlitzförmige Querschnittsfläche aufweisen, wobei die Längsachsen der Schlitze angewinkelt zu einer Hauptströmungsrichtung in der Luftpassage verlaufen.

[0032] Dies ermöglicht eine vorteilhafte Eindüstiefe des abgezweigten Brennstoffs in die Luftpassage. Insbesondere können Länge zu Breite der Querschnittsfläche der Schlitze 3-7, besonders bevorzugt 4-5 betragen.

[0033] Diese Ausgestaltung der Schlitze ermöglicht eine vorteilhafte Eindüsung des Brennstoffs bei vertretbaren Herstellungskosten der Brennstoffdüse.

[0034] Die Eindüsöffnungen können in einer oder mehreren umlaufenden Reihen angeordnet sein.

[0035] Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, wenn der Brennstoffdüseneingang aufgeweitet ist.

[0036] Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine anzugeben, mit welchem mindestens ein Brenner der Gasturbine in mindestens einem ersten Betriebszustand der Gasturbine derart betrieben wird, dass Druckpulsationen der Gasturbine besonders effektiv vermieden oder zumindest reduziert werden.

[0037] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren gelöst zum Betrieb einer Gasturbine mit mindestens einem Brenner, wobei der Brenner eine Primärbrennstoffpassage mit einem zur Verbrennungszone weisenden Passagenaustritt und eine - insbesondere konzentrisch zur Primärbrennstoffpassage angeordnete - Luftpassage mit einem zur Verbrennungszone weisenden Luftpassagenaustritt aufweist.

[0038] Bei dem Verfahren wird in mindestens einem ersten Betriebszustand ein mit Brennstoff vermischter oder reiner Verdichterluftstrom aus der Luftpassage strömend und benachbart zu einem aus der Primärbrennstoffpassage strömenden Primärbrennstoffstrom in die Verbrennungszone eingeleitet.

[0039] Zur Vermeidung bzw. Reduzierung von Druckpulsationen wird erfindungsgemäß der Brenner in mindestens dem ersten Betriebszustand mit einer mittleren

Luftgeschwindigkeit in der Luftpassage und einer mittleren Primärbrennstoffgeschwindigkeit in der Primärbrennstoffpassage derart betrieben, dass aufgrund einer Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Strömen in der Scherschicht eine Instabilität einer im Wesentlichen ersten Frequenz angeregt wird, wobei die Relativgeschwindigkeit derart gewählt ist, dass die erste Frequenz ungeeignet ist mittels einer Wechselwirkung mit der Flamme eine Druckpulsation in der Brennkammer anzufachen.

[0040] Insbesondere kann gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren bei Kenntnis des zu betreibenden Gasturbinentyps und der anregbaren Eigenmoden der Brennkammer der Gasturbine ein erster Betriebszustand und eine erste Frequenz derart gewählt werden, dass auch beim Durchfahren eines den ersten Betriebszustand umfassenden Betriebsintervalls die durchfahrenen Frequenzen der Instabilität in der Scherströmung soweit von den anregbaren Eigenmoden der Brennkammer entfernt sind, dass auch in dem breiteren Betriebsintervall eine Wechselwirkung mit der Flamme nicht gegeben oder zumindest reduziert ist. Im Rahmen dieser Erfindung kann die Scherströmung auch mit Scherschicht bezeichnet werden. Bei den angeregten Instabilitäten in der Scherschicht handelt es sich um Druckschwankungen, insbesondere um auftretende Wirbelstraßen. Die in einer Scherströmung auftretenden Instabilitäten können beispielsweise auf sogenannte Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten zurückzuführen sein. Im Allgemeinen wird bei einem vorgegebenen Betriebszustand des Brenners und damit einer vorgegebenen Relativgeschwindigkeit in der besagten Scherströmung eine Instabilität im Wesentlichen einer Frequenz angeregt. Bevorzugt kann der erste Betriebszustand in einem Lastbereich der Gasturbine von 50 - 100% liegen.

[0041] Das Verfahren lässt sich durch geeignete Wahl der ersten Frequenz und des ersten Betriebszustandes und bei Kenntnis der anregbaren Eigenmoden der Brennkammer auf beliebige Gasturbinentypen mit entsprechenden Brennern gemäß Anspruch 17 anwenden.

[0042] Der in Anspruch 1 angegebene Brenner ist lediglich ein Ausführungsbeispiel eines Brenners, mit welchem das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere bei einem Einsatz des Brenners in einer Gasturbine des Typs SGTx-2000E LC, durchgeführt werden kann. Von der Erfindung umfasst ist auch die Durchführung des Verfahrens zum Betrieb von anderen Gasturbinentypen, sofern mindestens ein Brenner der Gasturbine entsprechende Passagen wie in Anspruch 17 beansprucht umfasst.

[0043] Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die Gasturbine mindestens in dem ersten Betriebszustand mit einer Relativgeschwindigkeit von 50 bis 100 m/s, insbesondere von 60 bis 80 m/s zwischen den beiden Passagen des Brenners betrieben wird.

[0044] Diese Relativgeschwindigkeiten haben sich insbesondere zur Vermeidung von Druckpulsationen bei Gasturbinen der Leistungsklasse des Typs SGTx-2000E

LC für den Betrieb mit Synthesegas für mindestens einen Betriebszustand als vorteilhaft erwiesen.

[0045] Es kann auch als vorteilhaft angesehen werden, dass die mittlere Geschwindigkeit in der Primärbrennstoffpassage zumindest in dem ersten Betriebszustand 120 bis 180 m/s, insbesondere 140 bis 160 m/s beträgt.

[0046] Diese Geschwindigkeiten haben sich insbesondere zur Vermeidung von Druckpulsationen bei Gasturbinen der Leistungsklasse des Typs SGTx-2000E im Betrieb mit Synthesegas für mindestens einen Betriebszustand als vorteilhaft erwiesen. Die Geschwindigkeit der Verdichterluft in der Luftpassage ist in weiten Bereichen im Wesentlichen unabhängig vom Lastbereich der Gasturbine.

[0047] Zur Reduzierung von Druckpulsationen, insbesondere im ersten Betriebszustand, kann es auch als vorteilhaft angesehen werden, dass dem Primärbrennstoffstrom in der Primärbrennstoffpassage mittels eines Drallerzeugers ein Drall von 1.6 bis 2.2, insbesondere von 1.7 bis 2.0 aufgeprägt wird.

[0048] Im Rahmen dieser Erfindung sei der Drall in der Primärbrennstoffpassage definiert als das Verhältnis von Drehimpuls zu dem Produkt aus dem Düsenaustrittsradius und dem Axialimpuls der in der Passage strömenden Primärbrennstoffströmung, wobei Drehimpuls und Axialimpuls am Düsenaustritt betrachtet werden.

[0049] Zur Reduzierung von Druckpulsationen, insbesondere im ersten Betriebszustand, kann es auch als vorteilhaft angesehen werden, dass ein Anteil von 10 bis 30 %, insbesondere von 15 bis 25 %, des Primärbrennstoffstroms aus der Primärbrennstoffpassage über Eindüsöffnungen in die Luftpassage abgezweigt und über den Luftpassagenaustritt in die Verbrennungszone eingeleitet wird.

[0050] Das beanspruchte Intervall des Brennstoffsplits gewährleistet beim Betrieb des Brenners eine Verbreiterung des Zeitverzugsprofils des Primärbrennstoffstromes, welche sich als vorteilhaft bzw. als besonders vorteilhaft zur zusätzlichen Reduzierung von Druckpulsationen erwiesen hat. Insbesondere kann der in die Luftpassage abgezweigte Brennstoff im Wesentlichen tiefer in die Luftpassage eingedüst werden, als die Scherschicht dick ist. Dies ermöglicht eine besonders vorteilhafte Verbreiterung des Verzugszeitenprofils. Bei der Strömung in der Luftpassage handelt es sich bevorzugt stromauf der Eindüsöffnungen um einen reinen Verdichterluftstrom ohne weitere Brennstoffbeimengungen. Mit anderen Worten kann die Luftpassage bis auf die Eindüsöffnungen keine weiteren in die Luftpassage mündenden Brennstoffdüsen umfassen.

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

[0051] Dabei zeigt die

Fig. 1 schematisch eine Gasturbine des Standes der Technik,

Fig. 2 schematisch einen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Brenners gemäß einem Ausführungsbeispiel im Längsschnitt, und

Fig. 3 schematisch die von dem in Figur 2 dargestellten Brenner umfasste Brennstoffdüse in einer perspektivischen Ansicht, und

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0052] Die Figur 1 zeigt eine Schnittansicht einer Gasturbine 1 nach dem Stand der Technik in schematisch vereinfachter Darstellung. Die Gasturbine 1 weist in ihrem Inneren einen um eine Rotationsachse 2 drehgelagerten Rotor 3 mit einer Welle 4 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 6, ein Verdichter 8, ein Verbrennungssystem 9 mit mindestens einer Brennkammer 10, die jeweils eine Brenneranordnung mit Brennern 11, ein Brennstoffversorgungssystem für die Brenner (nicht dargestellt) und ein Gehäuse 12 umfasst, eine Turbine 14 und ein Abgasgehäuse 15.

[0053] Eine erfindungsgemäße Gasturbine kann beispielsweise eine Ringbrennkammern umfassen oder eine oder mehrere Rohrbrennkammern aufweisen. Die mehreren Rohrbrennkammern können beispielsweise ringförmig angeordnet sein.

[0054] Das Verbrennungssystem 9 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal. Dort bilden mehrere hintereinander geschaltete Turbinenstufen die Turbine 14. Jede Turbinenstufe ist aus Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums gesehen folgt im Heißkanal einer aus Leitschaufeln 17 gebildeten Reihe eine aus Laufschaufeln 18 gebildete Reihe. Die Leitschaufeln 17 sind dabei an einem Innengehäuse eines Stators 19 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 18 einer Reihe beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe am Rotor 3 angebracht sind. An dem Rotor 3 angekoppelt ist beispielsweise ein Generator (nicht dargestellt).

[0055] Während des Betriebes der Gasturbine wird vom Verdichter 8 durch das Ansauggehäuse 6 Luft angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 8 bereitgestellte Verdichterluft L" wird entlang eines Brennerplenums 7 zu dem Verbrennungssystem 9 geführt und dort im Bereich der Brenneranordnung in die Brenner 11 geleitet und in diesen mit Brennstoff vermischt und/oder im Austrittsbereich des Brenners 11 mit Brennstoff angereichert. Brennstoffzuführsysteme versorgen die Brenner hierbei mit Brennstoff. Das Gemisch bzw. die Verdichterluft und der Brennstoff werden von den Brennern in die Brennkammer eingeleitet und verbrennen unter Bildung eines heißen Arbeitsgasstromes in einer Verbrennungszone der Brennkam-

mer. Von dort strömt der Arbeitsgasstrom entlang des Heißgaskanals an den Leitschaufeln 17 und den Laufschaufeln 18 vorbei. An den Laufschaufeln 18 entspannt sich der Arbeitsgasstrom impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 18 den Rotor 3 antreiben und dieser den an ihn angekoppelten Generator (nicht dargestellt).

[0056] Die Figur 2 zeigt eine Hälfte eines rotationssymmetrischen Brenners gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einem Längsschnitt.

[0057] Der Brenner 24 ist rotationssymmetrisch um eine zentrale Brennerachse 26 angeordnet. Der Brenner 24 umfasst eine zentrale Sekundärbrennstoffzuführeinheit 28,

eine konzentrisch um die Sekundärbrennstoffzuführeinheit 28 angeordneten Primärbrennstoffzuführeinheit 30 und eine konzentrisch um die Primärbrennstoffzuführeinheit 30 angeordnete ringraumförmige Luftpassage 32 mit einem in die Verbrennungszone 34 weisenden Luftpassagenaustritt 36.

[0058] Die Primärbrennstoffzuführeinheit 30 umfasst eine Primärmischröhre 38 und eine sich stromab anschließende Brennstoffdüse 40. Die Primärmischröhre 38 und eine äußere Wand 42 der Brennstoffdüse 40 sind von der Sekundärbrennstoffzuführeinheit 28 beabstandet angeordnet, so dass eine ringraumförmige Primärbrennstoffpassage 44 ausgebildet ist, wobei die Brennstoffdüse 40 einen zur Primärmischröhre 38 weisenden Brennstoffdüsen Eintritt 46 und einen in die Verbrennungszone weisenden Brennstoffdüsenaustritt 48 umfasst.

[0059] Die Höhe h der Primärbrennstoffpassage 44 ist stromab des Brennstoffdüsen Eingangs 46 und entlang eines ersten Passagenabschnitts 44a im Wesentlichen konstant. An den ersten Passagenabschnitt 44a grenzt ein sich bis zum Brennstoffdüsenaustritt 48 erstreckender zweiter Passagenabschnitt 44b an.

[0060] Das Verhältnis der Querschnittsfläche 50 der Primärbrennstoffpassage 44 am Brennstoffdüsenaustritt 48 geteilt durch die Querschnittsfläche 52 zu Beginn des zweiten Passagenabschnitts beträgt 0.7 bis 0.9. Besonders bevorzugt kann das Verhältnis der Querschnittsflächen 0.8 bis 0.9 betragen.

Die Zeichnung ist allerdings schematisch zu verstehen.

[0061] Die zur Sekundärbrennstoffzuführungseinheit 28 weisende Innenseite 54 der äußeren Wand 42 der Brennstoffdüse 40 entlang des ersten Passagenabschnitts 44a ist im Wesentlichen zylindermantelförmig ausgebildet. Die äußere Wand 42 der Brennstoffdüse 40 ist entlang des zweiten Passagenabschnitts 44b in Strömungsrichtung konisch zulaufend ausgebildet.

[0062] Das Verhältnis der Höhe h_a der Primärbrennstoffpassage 44 am Brennstoffdüsenaustritt 48 geteilt durch den Radius des Brennstoffdüsenausgangs R_a beträgt bevorzugt 0.125 bis 0.16, insbesondere 0.149 bis 0.151.

[0063] Das Verhältnis des Radius des Brennstoffdüsenaustritts R_a zum Radius des Luftpassagenaustritts R_L beträgt bevorzugt 0.5 bis 0.6, insbesondere 0.54 bis

0.56.

[0064] In der Brennstoffdüse 40 ist stromauf des zweiten Passagenabschnitts 44b und in der Luftpassage 32 ein Drallerzeuger mit einer umlaufend angeordneten Anzahl von Drallschaufeln angeordnet. Die Drallschaufeln in der Brennstoffdüse sind an der Innenseite 54 befestigt und mit 56 bezeichnet. Die Drallschaufeln in der Luftpassage 32 sind mit 58 bezeichnet. Die Drallschaufeln weisen zum Aufprägen eines Dralls auf die vorbeiströmende Strömung einen Schaufelwinkel auf. Je nach Schaufelwinkel lässt sich ein stärkerer oder weniger starker Drall einstellen. Dem Fachmann ist es bekannt, wie er die Schaufeln in der Passage anordnen muss, um in der Passage einen gewünschten Drall zu erzeugen. Bevorzugt weisen die Drallschaufeln 56 einen Schaufelwinkel auf, der in mindestens einem ersten Betriebszustand des Brenners einen Drall von 1.6 bis 2.2, insbesondere von 1.7 bis 2.0 bewirkt. Der Drall in der Primärbrennstoffpassage ist dabei definiert als das Verhältnis von Drehimpuls zu dem Produkt aus dem Düsenaustrittsradius und dem Axialimpuls der in der Passage strömenden Primärbrennstoffströmung, wobei Drehimpuls und Axialimpuls am Düsenaustritt betrachtet werden.

Der Drallerzeuger könnte erfindungsgemäß auch anstelle von Drallschaufeln andere Mittel umfassen, die sich für ein Aufprägen eines Dralls auf die Strömung eignen. Mögliche alternative Ausbildungen von Drallerzeugern sind beispielsweise weiter oben beschrieben.

Die in der Brennstoffdüse angeordneten Drallschaufeln 56 weisen eine Anströmkante 62 auf. Die Einlauflänge zwischen dem Brennstoffdüsen Eintritt 46 und der Anströmkante 62 ist mit S bezeichnet. Das Verhältnis S durch die Höhe h der Passage im Bereich des Drallerzeugers beträgt vorzugsweise 0.95 bis 0.5, insbesondere 0.6 bis 0.7.

[0065] Die äußere Wand 42 der Brennstoffdüse umfasst eine Anzahl von Eindüsöffnungen 64, welche die Primärbrennstoffpassage 44 fluidisch mit der Luftpassage 32 verbinden, wobei die Summe der Querschnittsflächen 66 der Eindüsöffnungen 64 und deren Anordnung in der Primärbrennstoffpassage 44 derart gewählt sind, dass für mindestens einen ersten Betriebszustand des Brenners ein Primärbrennstoffsplit in die Luftpassage von 10% - 30 %, insbesondere 15% bis 20%, bewirkbar ist. Die Eindüsöffnungen 64 sind im stromab gelegenen Endbereich des ersten Passagenabschnitts 44a angeordnet. Die Eindüsöffnungen 64 sind auch stromab des in der Luftpassage angeordneten Drallerzeugers mit Drallschaufeln 58 angeordnet. Die Eindüsöffnungen können insbesondere derart ausgebildet und angeordnet sein, dass der abgezweigte Brennstoff in dem mindestens ersten Betriebszustand über die Dicke der Scherschicht hinaus in die Luftpassage gedrückt wird, so dass sich eine besonders vorteilhafte Verbreiterung des Verzugszeitenprofils des aus den beiden Ausgängen strömenden Primärbrennstoffstromes ergibt.

[0066] Die Figur 3 zeigt die von dem in Figur 2 dargestellten Brenner 24 umfasste Brennstoffdüse 40 in einer

perspektivischen Ansicht. Die Brennstoffdüse 40 ist ein austauschbares Bauteil des Brenners 24. Die Brennstoffdüse umfasst die äußere Wand 42, welche vom Brennstoffdüseneingang 46 ausgehend einen zunächst im Wesentlichen zylindermantelförmigen Verlauf aufweist mit an der Innenseite 54 angeordneten Drallschaufeln 56. Die Eindüsöffnungen 64 verlaufen durch die Wand 42 hindurch. An den zylindrisch ausgebildeten Bereich der Wand 42 schließt sich ein bis zu dem Düsenaustritt 48 sich erstreckender, konisch zulaufender Bereich der Wand 42 an.

[0067] Die Figur 4 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens. Für den zu betreibenden Gasturbinentyp wird vor Durchführung des Verfahrens zunächst (Schritt S1) für mindestens einen ersten Betriebszustand der Gasturbine eine erste Frequenz bestimmt, welche ungeeignet ist mittels einer Wechselwirkung mit der Flamme eine Druckpulsation in der Brennkammer anzufachen. Bei der Auswahl der ersten Frequenz kann berücksichtigt werden, dass (Schritt S2 optional) zusätzlich ein möglichst großer Betriebsbereich um den ersten Betriebszustand herum einen Instabilitätsfrequenzbereich abdeckt, der ebenfalls ungeeignet ist eine Wechselwirkung mit der Flamme in den jeweiligen Betriebszuständen anzuregen. Bevorzugt überdeckt der Betriebsbereich im Wesentlichen den gesamten Betriebsbereich der Gasturbine. Bei der Wahl der ersten Frequenz wird auch berücksichtigt, ob (Schritt S3) ein Brenner zur Bereitstellung der für den ersten Betriebszustand notwendigen Durchflussmengen in der Luftpassage bzw. der Primärbrennstoffpassage bei zugehöriger Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden benachbarten Strömen herstellbar bzw. auswählbar ist. Anschließend wird das Verfahren beim Betrieb der Gasturbine mit dem Brenner durchgeführt, indem (Verfahrensschritt M1) der Brenner im ersten Betriebszustand mit der entsprechenden Relativgeschwindigkeit betrieben wird und (Verfahrensschritt M2) in der Scherschicht die zur Anfachung der Druckpulsationen ungeeignete erste Frequenz der Instabilität in der Scherzone erzeugt wird. Diese Instabilitäten entstehen bei entsprechendem Geschwindigkeitsniveau zwangsläufig, so dass das Verfahren darin besteht, für mindestens einen ersten Betriebszustand den Brenner mit einer derartigen Relativgeschwindigkeit zu betreiben, dass die Frequenz der angeregten Instabilität in der Scherzone ungeeignet ist mit der Flamme zu wechselwirken. Hierzu muss die Frequenz nur ausreichend weit weg von einer anregbaren Eigenmode der Brennkammer liegen. Diese Abstände sind dem Fachmann bekannt bzw. können in einfacher Art und Weise bestimmt werden. Die Anregung der Instabilität kann beispielsweise auf der Anregung einer Kelvin-Helmholtz-Instabilität beruhen. Der Brenner kann bevorzugt in dem ersten Betriebszustand mit Synthesegas betrieben werden mit einer Relativgeschwindigkeit von 50 bis 100 m/s, insbesondere mit einer Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Passagen von 60 bis 80 m/s.

Patentansprüche

1. Brenner (24) für eine Gasturbine (1), mit

- einer zentralen Brennerachse (26),
- einer zentralen Sekundärbrennstoffzuführeinheit (28),
- einer konzentrisch um die Sekundärbrennstoffzuführeinheit angeordneten Primärbrennstoffzuführeinheit (30), und
- einer konzentrisch um die Primärbrennstoffzuführeinheit angeordneten ringraumförmigen Luftpassage (32) mit einem in die Verbrennungszone weisenden Luftpassagenaustritt (36),
- wobei die Primärbrennstoffzuführeinheit eine Primärmischröhre (38) und eine sich stromab anschließende Brennstoffdüse (40) umfasst, wobei die Primärmischröhre und eine äußere Wand (42) der Brennstoffdüse (40) von der Sekundärbrennstoffzuführeinheit (28) beabstandet angeordnet sind, so dass eine ringraumförmige Primärbrennstoffpassage (44) ausgebildet ist, wobei die Brennstoffdüse einen zur Primärmischröhre weisenden Brennstoffdüsen Eintritt und einen in die Verbrennungszone weisenden Brennstoffdüsenaustritt (48) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass ein sich vom Brennstoffdüsenaustritt stromauf erstreckender zweiter Passagenabschnitt (44a) eine sich in Strömungsrichtung verringernde Querschnittsfläche aufweist, wobei die Querschnittsfläche der Primärbrennstoffpassage am Brennstoffdüsenaustritt geteilt durch die Querschnittsfläche zu Beginn des zweiten Passagenabschnitts 0.7 bis 0.9 beträgt.

2. Brenner nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Querschnittsflächen 0.8 bis 0.9 beträgt.

3. Brenner nach einem der Ansprüche 1 oder 2

dadurch gekennzeichnet, dass stromab des Brennstoffdüseneingangs entlang eines sich bis zum zweiten Passagenabschnitt erstreckenden ersten Passagenabschnitts (44b) die Höhe (h) der Primärbrennstoffpassage im Wesentlichen konstant ist.

4. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3

dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Wand (42) der Brennstoffdüse entlang des zweiten Passagenabschnitts (44a) in Strömungsrichtung konisch zulaufend ausgebildet ist.

5. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4

dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe (h_a) der Primärbrennstoffpassage am Brennstoffdüsenaustritt

tritt geteilt durch den Radius des Brennstoffdüsenaustritts (R_a) 0.125 bis 0.16, insbesondere 0.149 bis 0.151 beträgt.

6. Brenner (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 5
dadurch gekennzeichnet, dass das der Radius des Brennstoffdüsenaustritts (R_a) geteilt durch den Radius des Luftpassagenaustritts (R_L) 0.5 bis 0.6, insbesondere 0.54 bis 0.56, beträgt.
7. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6
dadurch gekennzeichnet, dass in der Brennstoffdüse (40) stromauf des zweiten Passagenabschnitts ein Drallerzeuger angeordnet ist.
8. Brenner nach dem vorherigen Anspruch 7
dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger derart ausgebildet ist, dass in mindestens einem ersten Betriebszustand des Brenners ein Drall von 1.6 bis 2.2, insbesondere von 1.7 bis 2.0, in der Primärbrennstoffpassage bewirkbar ist.
9. Brenner nach einem der Ansprüche 7 oder 8
dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger eine Anzahl umlaufend an der Brennstoffdüse angeordnete Drallschaufeln umfasst, welche jeweils eine Anströmkante (62) aufweisen, und die Einlauf-
länge (S) zwischen dem Brennstoffdüsenaustritt und der Anströmkante geteilt durch die Höhe (h) im Bereich des Drallerzeugers der Primärbrennstoffpassage 0.95 bis 0.5, insbesondere 0.6 bis 0.7, beträgt.
10. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 9
dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Wand der Brennstoffdüse eine Anzahl von Eindüsöffnungen (64) umfasst, welche die Primärbrennstoffpassage fluidisch mit der Luftpassage (32) verbinden, wobei die Summe der Querschnittsflächen der Eindüsöffnungen und deren Anordnung in der Primärbrennstoffpassage derart gewählt sind, dass für mindestens einen ersten Betriebszustand des Brenners ein Primärbrennstoffsplit in die Luftpassage von 10% - 30 %, insbesondere 15% bis 20%, bewirkbar ist.
11. Brenner nach dem vorhergehenden Anspruch 10
dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsöffnungen (64) im stromab gelegenen Endbereich des ersten Passagenabschnitts angeordnet sind.
12. Brenner nach einem der Ansprüche 10 oder 11
dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsöffnungen (64) stromab eines in der Luftpassage angeordneten Drallerzeugers angeordnet sind.
13. Brenner nach einem der Ansprüche 10 bis 12
dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsöffnungen (64) eine schlitzförmige Querschnittsfläche aufweisen, wobei die Längsachsen der Schlitze ange-

winkelt zu einer Hauptströmungsrichtung in der Luftpassage verlaufen.

14. Brenner nach einem der Ansprüche 10 bis 13
dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsöffnungen in einer oder mehreren umlaufenden Reihen angeordnet sind.
15. Brennkammer für eine Gasturbine mit mindestens einem Brenner,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Brenner gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist.
16. Gasturbine mit mindestens einer Brennkammer,
dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer gemäß Anspruch 15 ausgebildet ist.
17. Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine mit mindestens einem Brenner (24), wobei der Brenner eine Primärbrennstoffpassage (44) mit einem zur Verbrennungszone weisenden Passagenaustritt und eine Luftpassage (32) mit einem zur Verbrennungszone weisenden Luftpassagenaustritt (36) aufweist, wobei in mindestens einem ersten Betriebszustand ein mit Brennstoff vermischter oder reiner Verdichtungsstrom aus der Luftpassage strömend benachbart zu einem aus der Primärbrennstoffpassage strömenden Primärbrennstoffstrom in die Verbrennungszone (34) eingeleitet wird,
dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens dem ersten Betriebszustand der Brenner mit einer mittleren Luftgeschwindigkeit in der Luftpassage (32) und einer mittleren Primärbrennstoffgeschwindigkeit in der Primärbrennstoffpassage (44) derart betrieben wird, dass aufgrund einer Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Strömen in der Scherströmung eine Instabilität einer im Wesentlichen ersten Frequenz angeregt wird, wobei die Relativgeschwindigkeit derart gewählt ist, dass die erste Frequenz ungeeignet ist mittels einer Wechselwirkung mit der Flamme eine Druckpulsation in der Brennkammer anzufachen.
18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Betriebszustand in einem Lastbereich der Gasturbine von 50 - 100% liegt.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 oder 18
dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine (1) in dem mindestens ersten Betriebszustand mit einer Relativgeschwindigkeit von 50 bis 100 m/s, insbesondere von 60 bis 80 m/s zwischen den beiden Passagen des Brenners (24) betrieben wird.
20. Verfahren nach Anspruch 19
dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Ge-

schwindigkeit in der Primärbrennstoffpassage hierbei 120 bis 180 m/s, insbesondere 140 bis 160 m/s beträgt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20 5
dadurch gekennzeichnet, dass zur Reduzierung von Druckpulsationen, insbesondere in dem ersten Betriebszustand, dem Primärbrennstoffstrom in der Primärbrennstoffpassage mittels eines Drallerzeugers ein Drall von 1.6 bis 2.2, insbesondere von 1.7 bis 2.0 aufgeprägt wird. 10
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21
dadurch gekennzeichnet, dass zur Reduzierung von Druckpulsationen, insbesondere in dem ersten Betriebszustand, ein Anteil von 10 bis 30 %, insbesondere von 15 bis 25 %, des Primärbrennstoffstroms aus der Primärbrennstoffpassage über Eindüsöffnungen (64) in die Luftpassage (32) abgezweigt und über den Luftpassagenaustritt in die Verbrennungszone eingeleitet wird. 15 20
23. Brennstoffdüse (40) für einen Brenner (24) einer Gasturbine (1),
dadurch gekennzeichnet, dass sie als Bestandteil 25
des Brenners (24) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 verwendbar ist.

30

35

40

45

50

55

FIG 1
(Stand der Technik)

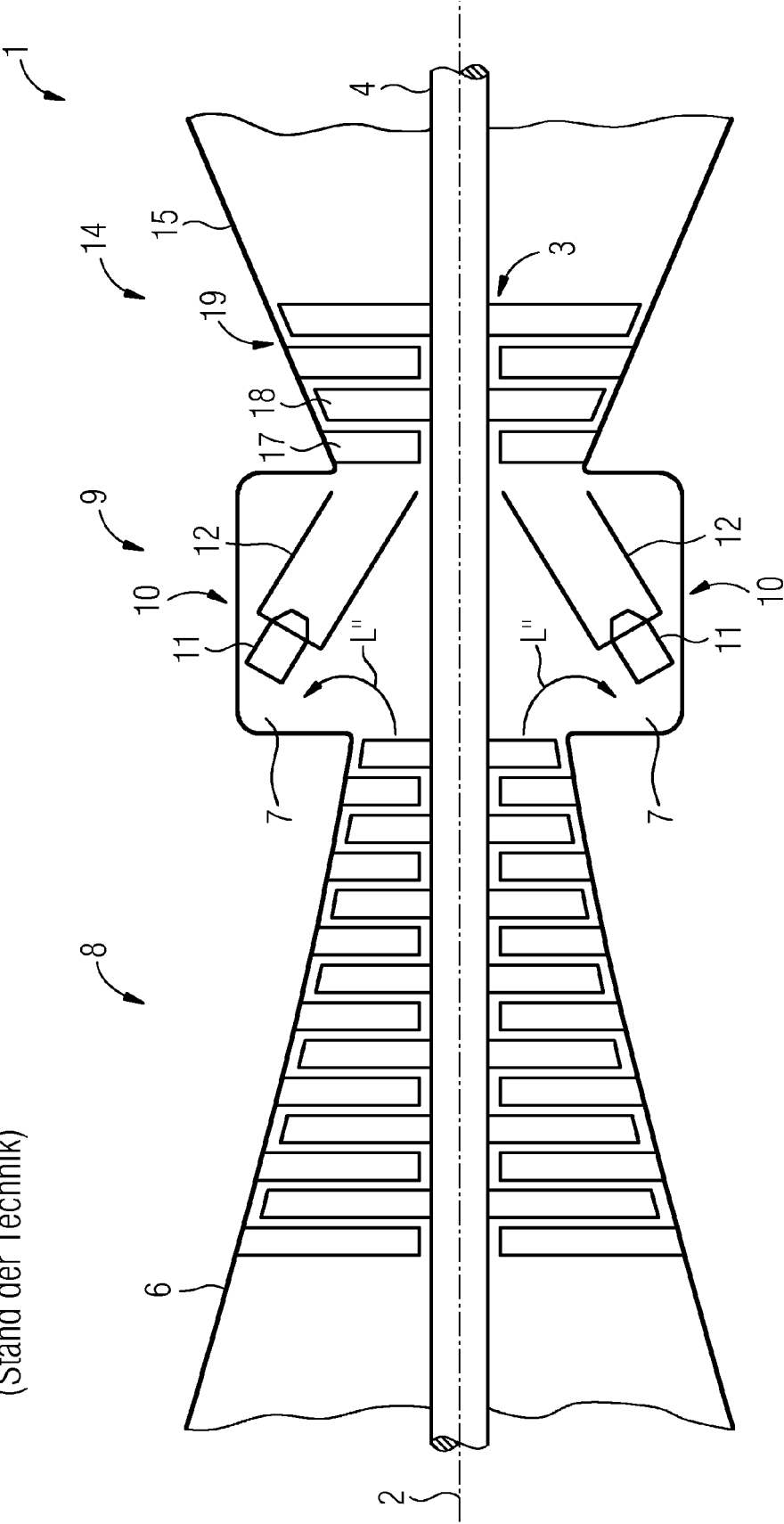


FIG 2

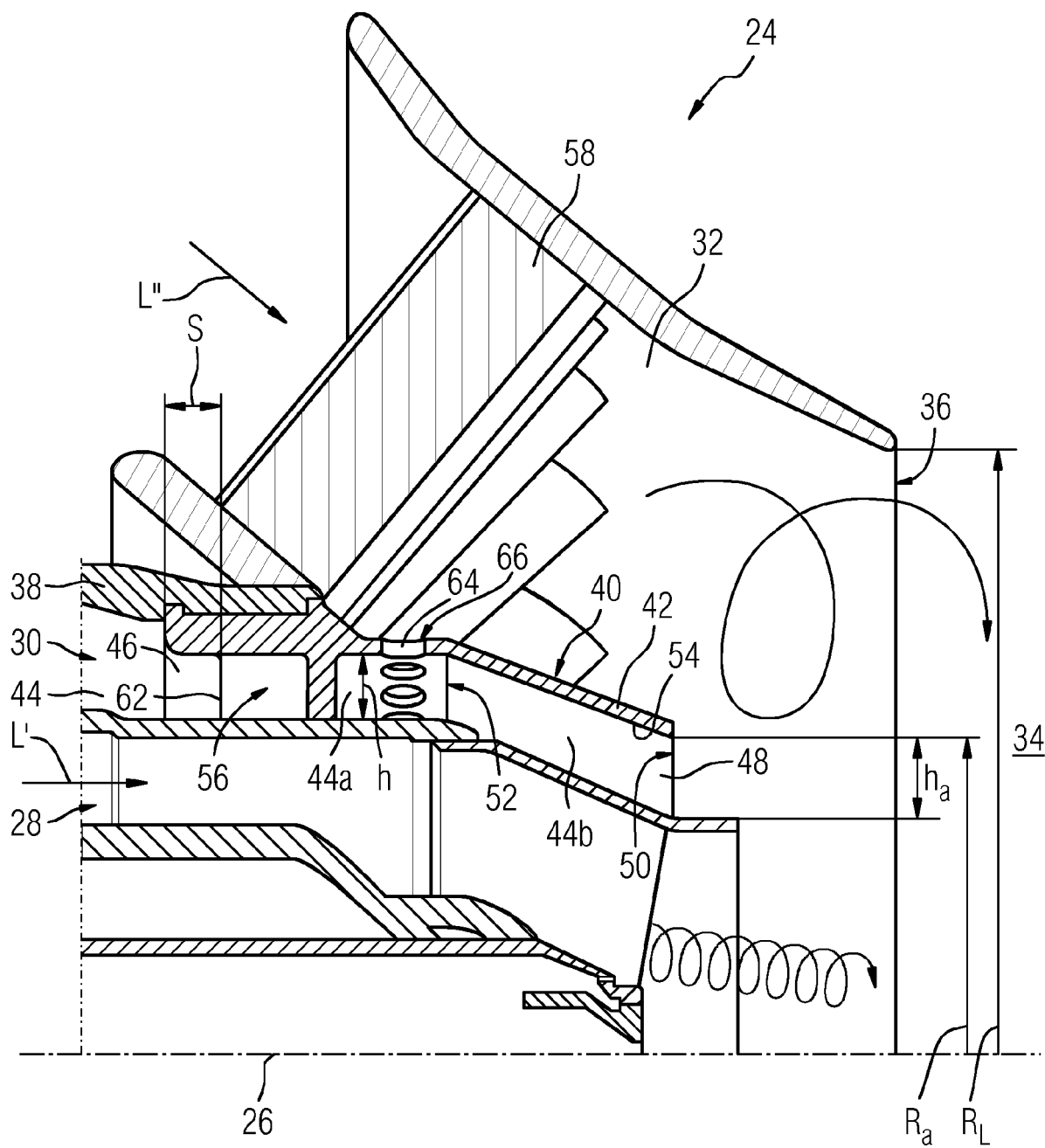


FIG 3

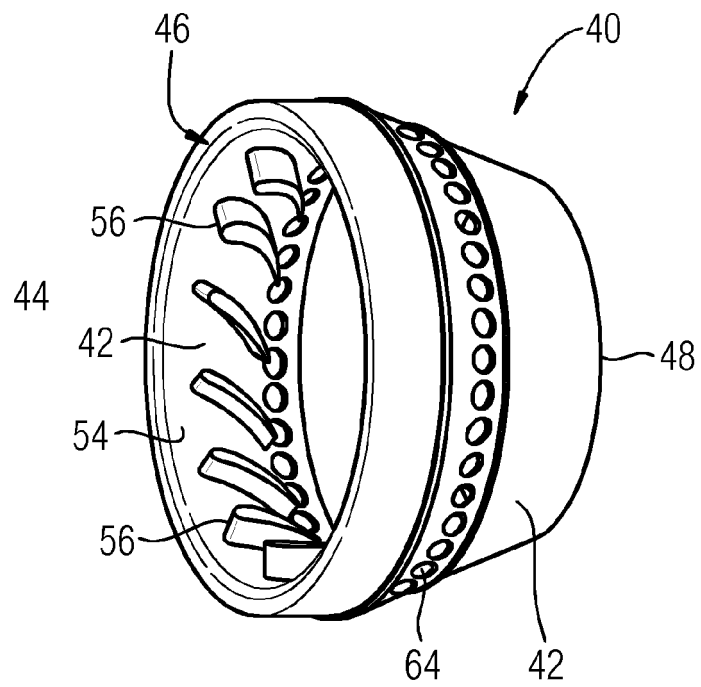
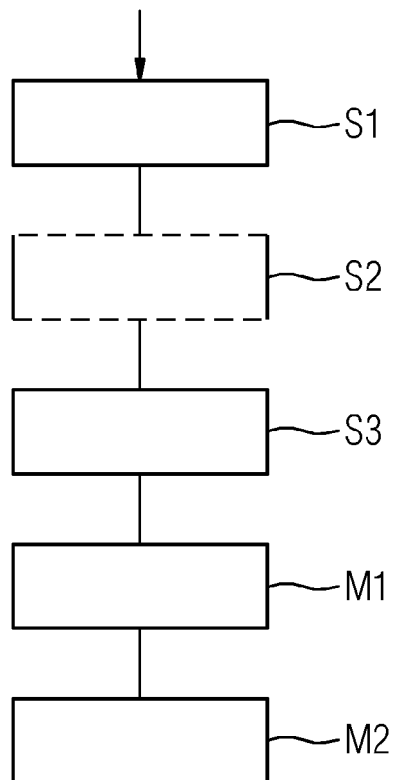


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 14 18 3316

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,D	WO 2011/157458 A1 (SIEMENS AG [DE]; KOCK BORIS FERDINAND [DE]; KOESTLIN BERTHOLD [DE]; PR) 22. Dezember 2011 (2011-12-22) * Seite 2, Zeile 30 - Seite 3, Zeile 9 * * Seite 3, Zeile 21 - Seite 8, Zeile 21 * * Abbildungen 1,2 *	1-23	INV. F23R3/28 F23R3/34
A	EP 2 107 312 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. Oktober 2009 (2009-10-07) * Spalte 2, Absatz 4 * * Spalte 7, Absatz 22 - Spalte 10, Absatz 37 * * Abbildungen 1-4b *	1,17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Februar 2015	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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 14 18 3316

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente 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.

03-02-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011157458 A1	22-12-2011	CN 102947650 A	27-02-2013
		EP 2397764 A1	21-12-2011
		EP 2583033 A1	24-04-2013
		US 2013074506 A1	28-03-2013
		WO 2011157458 A1	22-12-2011

EP 2107312 A1	07-10-2009	CN 101981380 A	23-02-2011
		EP 2107312 A1	07-10-2009
		EP 2263046 A1	22-12-2010
		RU 2010144583 A	10-05-2012
		US 2011113787 A1	19-05-2011
		WO 2009121781 A1	08-10-2009

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

- WO 2011157458 A1 [0003] [0004] [0006]