



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2000 Patentblatt 2000/22

(51) Int Cl.7: **F23D 11/24, B05B 1/26**

(21) Anmeldenummer: **99811040.7**

(22) Anmeldetag: **11.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Keller, Jakob, Dr.
verstorben (CH)**

(74) Vertreter: **Liebe, Rainer et al
ABB Business Services Ltd.,
Intellectual Property (SLE-I),
Haselstrasse 16/699
5401 Baden (CH)**

(30) Priorität: **25.11.1998 DE 19854382**

(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG
5401 Baden (CH)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Zerstäubung flüssigen Brennstoffs für eine Feuerungsanlage**

(57) Beschrieben wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Zerstäubung flüssigen Brennstoffs für eine Feuerungsanlage, vorzugsweise für eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage, mit einer Düsenanordnung, durch die der flüssige Brennstoff druckbeaufschlagt hindurchtritt und zu einem Brennstoffspray zerstäubt wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß nach Durchtritt des Brennstoffes durch die Düsenanordnung (3, 4) wenigstens zwei, räumlich getrennte Brennstoffsprays (5, 6) gebildet werden, in denen der Brennstoff vorwiegend in Form einzelner Brennstofftröpfchen (16) vorliegt, und daß die Brennstoffsprays (5, 6) jeweils eine Ausbreitungsrichtung zueinander aufweisen, so daß die Brennstofftröpfchen (16) eines Brennstoffsprays (5) mit den Brennstofftröpfchen (16) des anderen Brennstoffsprays (6) kollidieren, so daß bei der Kollision der Brennstofftröpfchen (16) eine Tröpfchenwolke (9) mit neuen Brennstofftröpfchen (17) gebildet wird, deren Durchmesser kleiner als der der kollidierenden Brennstofftröpfchen (16) ist.

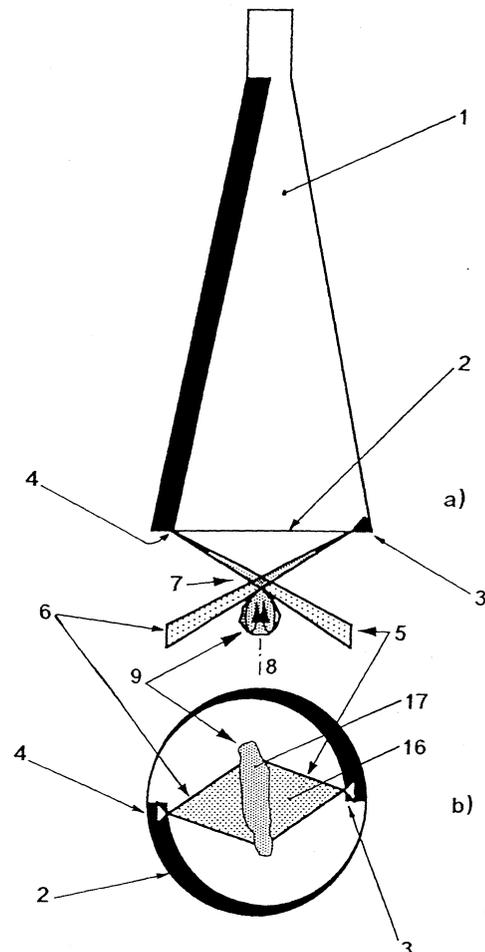


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Zerstäubung flüssigen Brennstoffs für in eine Feuerungsanlage, vorzugsweise für eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage, mit einer Düsenanordnung, durch die der flüssige Brennstoff druckbeaufschlagt hindurchtritt und zu einem Brennstoff/Luft-Gemisch zerstäubt wird.

Stand der Technik

[0002] Neben einer Vielzahl den Wirkungsgrad einer Gasturbine bestimmenden Parametern, die sowohl die konstruktive Auslegung aller Einzelkomponenten einer Gasturbine als auch deren Betriebsweise betreffen, spielt bei der Brennstoffverfeuerung der Zerstäubungsvorgang, bei dem der Flüssigbrennstoff zu einem möglichst homogenen Brennstoff/Luft-Gemisch zerstäubt werden soll, eine sehr entscheidende Rolle. Um die Verbrennung von Flüssigbrennstoff möglichst vollständig durchführen zu können, ist es Aufgabe der Brennstoffdüsen, den Flüssigbrennstoff in möglichst feinste Brennstofftröpfchen zu zerstäuben, um auf diese Weise eine möglichst große Brennstoffoberfläche zu erzielen.

[0003] Die einfachsten und kostengünstigsten Brennstoffzerstäuber für Flüssigbrennstoff stellen druckbeaufschlagte Brennstoffzerstäuber dar, durch die der Brennstoff unter hohem Druck durch eine Düsenöffnung getrieben wird. Derartige, sogenannte SIMPLEX-Zerstäuberdüsen werden bei Brennkammerbetriebskonzepten mit Brennerstufung eingesetzt und eignen sich für den gesamten Leistungsbereich einer Gasturbine, d. h. vom Zündvorgang bis hin zum Erreichen des Grundlastbetriebes. Jedoch ist der Einsatz von Brennerstufung aufgrund der hohen Anforderungen an den Zündvorgang sowie an den durchschnittlichen Temperaturdifferenzfaktor (OTDF) im Bereich des Turbineneintritts sehr stark begrenzt. So gilt für den Temperaturdifferenzfaktor OTDF:

$$OTDF = \frac{T_{MAX} - \bar{T}_H}{\bar{T}_H - T_C}$$

mit

T_{MAX} Maximale Temperatur am Turbineneintritt
 \bar{T}_H Durchschnittstemperatur am Turbineneintritt
 T_C Lufttemperatur am Brennkammereintritt (vor der Verbrennung)

[0004] Als Folge hiervon werden Einstufen-Zerstäuberdüsen ausschließlich in sogenannten Silo-Brennkammern verwendet, in denen eine Brennerstufung vorgesehen ist, wohingegen vielstufige Zerstäubereinheiten, wie

luftunterstützte sowie druckluftunterstützte Zerstäuberdüsen häufig in Ring-Brennkammern eingesetzt werden.

[0005] Das der Konzeption und Auslegung von Flüssigbrennstoffzerstäuber-Einheiten zugrundeliegende Problem sind die überaus unterschiedlichen Brennstoffzuflußraten, mit denen die Zerstäubereinheiten während des Betriebes einer Gasturbinenanlage, beginnend mit dem Zündereignis bis hin zum Erreichen des Grundlastbetriebes, versorgt werden. So sind Brennstoffzuflußraten unter typischen Zündbedingungen um den Faktor 10 bis 20 kleiner als unter Grundlastbedingungen. Auch ist damit verbunden, daß die Druckverhältnisse innerhalb der Gasturbinenanlage großen Änderungen unterworfen sind, die sich bis um mehr als den Faktor 100 ändern. So betragen typische Druckwerte für die Zerstäubung von Flüssigbrennstoff unter Grundlastbedingungen ca. 60 bar, wohingegen der Zerstäubungsdruck unter Zündbedingungen auf 300 bis 600 mbar absinkt, also Druckbedingungen erreicht, die den Einsatz von Zerstäuberdüsen, die für den Betrieb unter Grundlastbedingungen konzipiert sind, unmöglich macht.

Darstellung der Erfindung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Zerstäubung flüssigen Brennstoffes für eine Feuerungsanlage, vorzugsweise für eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage, mit einer Düsenanordnung, durch die der flüssige Brennstoff druckbeaufschlagt hindurchtritt und zu einem Brennstoff/Luft-Gemisch zerstäubt wird, derart anzugeben, daß trotz der vorstehend beschriebenen großen Druckunterschiede eine einzige Zerstäubungseinheit ausreicht, welche die für eine optimierte Verbrennung flüssigen Brennstoffs erforderliche Zerstäubung vornimmt. Es soll dabei auf eine an sich bekannte Vielfachabstufung der Zerstäubereinheiten verzichtet werden. Insbesondere soll die hierfür erforderliche Zerstäubervorrichtung einen einfachen Aufbau besitzen und mit nur geringen Herstellkosten verbunden sein. Die Zerstäubungsrate sowie die erzielbaren Brennstofftröpfchendurchmesser sollen sowohl für den Zündvorgang als auch den Grundlastbetrieb optimal anpaßbar sein.

[0007] Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist in den Ansprüchen 1 und 4 sowie 6 angegeben. Anspruch 1 beschreibt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Zerstäubung von flüssigen Brennstoffs, wohingegen die Gegenstände der Ansprüche 4 und 6 jeweils erfindungsgemäße Vorrichtungen zur Brennstoffzerstäubung darstellen. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Die Erfindung geht von dem Grundsatz aus, daß die minimale Tröpfchengröße, die bei einer Zerstäubung einer Flüssigkeit mit einer druckbeaufschlagten Zerstäubereinheit erreichbar ist, durch das Gleichgewicht zwischen der Oberflächenspannung, die ein

Tröpfchen in seiner sphärischen Form zusammenhält, und den aerodynamischen, von außen auf das Tröpfchen einwirkenden Kräften, die die Form des Tröpfchens zu zerstören vermögen, bestimmt wird. So dominieren bei großen Tröpfchendurchmessern die aerodynamischen Kräfte, wodurch die großen Tröpfchen nach dem Zerstäubungsvorgang regelrecht auseinandergerissen werden und in kleinere Tröpfchen zerfallen. Dieser Vorgang des Zerplatzens in kleinere Tröpfchen erfolgt solange bis die Oberflächenspannung im Verhältnis zu den aerodynamischen Kräften genügend groß wird, daß ein weiterer Zerfall in noch kleinere Brennstofftröpfchen verhindert wird. Dieser Zerfallsprozeß führt zu einem Tröpfchendurchmesser, der durch nachfolgenden Zusammenhang beschrieben werden kann:

$$D = C \frac{\rho_{LIQUID} \gamma}{\rho_{GAS} u_R^2} \quad (1)$$

mit

γ	kinematische Oberflächenspannung
ρ_{LIQUID}	Dichte der zerstäubten Flüssigkeit
ρ_{GAS}	Dichte des Umgebungsgases
u_R^2	Relativgeschwindigkeit zwischen Tröpfchen und Umgebungsgas
C	Konstante

[0009] Aus der obenstehenden Beziehung geht hervor, daß sich der Tröpfchendurchmesser D reziprok zum Quadrat der Relativgeschwindigkeit zwischen den zerstäubten Tröpfchen und des die Tröpfchen umgebenden Gases verhält. Ist hingegen der für den Zerstäubungsprozeß notwendige Versorgungsdruck, mit dem bspw. der Flüssigbrennstoff der Zerstäubungsdüse zugeführt wird, begrenzt, so werden nur geringe Relativgeschwindigkeiten u erreicht, wodurch die Minimierung der Tröpfchengröße im Hinblick auf möglichst feinste Zerstäubung unbefriedigend ist. Dies gilt insbesondere bei Gasturbinen während ihrer Zündphase, in der der Versorgungsdruck innerhalb der Turbine relativ gering ist.

[0010] Um unter den für den Zerstäubungsprozeß schwierigen Druckbedingungen dennoch eine zufriedenstellende Zerstäubung des Flüssigbrennstoffes zu erreichen, wird ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 erfindungsgemäß derart weitergebildet, daß nach Durchtritt des Brennstoffes durch die als Düsenanordnung ausgebildete Zerstäubungseinheit wenigstens zwei, räumlich getrennte Brennstoffsprays gebildet werden, in denen der Brennstoff vorwiegend in Form vereinzelter Brennstofftröpfchen vorliegt. Die Brennstofftröpfchen weisen jeweils eine relative Ausbreitungsrichtung auf, so daß die Brennstofftröpfchen eines Brennstoffsprays mit den Brennstofftröpfchen des anderen Brennstoffsprays kollidieren, so daß bei der Kollision der Brennstofftröpfchen neue Brennstofftröpf-

chen gebildet werden, deren Durchmesser kleiner als der der kollidierenden Brennstofftröpfchen ist.

[0011] Im Gegensatz zu der verbreiteten Vorstellung des natürlichen Tröpfchenzerfalls durch das Wechselspiel zwischen den Oberflächenspannungen und den an den einzelnen Tröpfchen angreifenden aerodynamischen Kräften macht sich das erfindungsgemäße Verfahren die gezielte Kollision von Brennstofftröpfchen nach ihrer Bildung im Rahmen des Zerstäubungsprozesses zunutze.

[0012] Mittels gezielter Kollision zwischen Brennstofftröpfchen, die mit einem Zerstäubungsdruck von ca. 500 mbar, also einem für das Zünden einer Gasturbine üblichen Druck, unter Verwendung einer einfachen Düsenanordnung gebildet werden und typische Tröpfchendurchmesser im Bereich zwischen 2 und 5 mm aufweisen, ist es möglich, kleinste Tröpfchen mit Durchmessern zwischen 10 bis 100 μm zu erhalten, die als "Bruchstücke" aus den kollidierenden Tröpfchen hervorgehen. Der auf dem Vorgang der Kollision beruhende nachgeschaltete "Zerstäubungsvorgang" in noch kleinere Tröpfchenfragmente entspricht nicht der obenstehenden Beziehung (1), da der physikalische Mechanismus, der zur Tröpfchenverkleinerung beiträgt, nicht auf dem Wechselspiel zwischen der Oberflächenspannung und der an den einzelnen Tröpfchen angreifenden aerodynamischen Kräften beruht, sondern auf der Kollision zweier Tröpfchen, die aus dem gleichen Medium, im Falle der Zerstäubung von Brennstoff, aus einer brennbaren Flüssigkeit bestehen. Vielmehr vereinfacht sich der Formelzusammenhang (1) zu nachstehender Beziehung:

$$D \approx \frac{\gamma}{u_R^2} \quad (2)$$

Aufgrund des Wegfalls der Dichtefaktoren in der Formel (2) kann ein minimaler Tröpfchendurchmesser gewonnen werden, der im Vergleich zur klassischen Tröpfchenbildung gemäß Beziehung (1) um zwei bis drei Größenordnungen kleiner ist. Diese Kenntnis über die Zerstäubung von Flüssigkeit läßt sich erfindungsgemäß besonders geeignet bei der Brennstoffzerstäubung für den Einsatz in Gasturbinen anwenden, insbesondere im Hinblick auf die nur geringen Druckverhältnisse, wie sie bei der Zündphase von Gasturbinen auftreten.

[0013] Eine besonders vorteilhafte Möglichkeit, kleinste Brennstofftröpfchen mittels Kollision herzustellen, beruht zunächst auf der Bildung wenigstens zweier Brennstoffsprays, die im Rahmen herkömmlicher Zerstäubungstechniken erzeugbar sind. Die Brennstoffsprays, deren einzelne Brennstofftröpfchen typischerweise Tröpfchendurchmesser in der Größenordnung zwischen 1 und 5 mm aufweisen, sind bevorzugt von einer zweidimensionalen Sprühnebelform, deren Ausbreitungsrichtungen derart relativ zueinander eingestellt sind, daß sie sich unter einem spitzen Winkel

schneiden. Im Bereich der sich gegenseitig durchdringenden Brennstoffsprays treten Kollisionen zwischen den jeweiligen Brennstofftröpfchen auf, die zu kleinsten Brennstofftröpfchenbruchstücken führen, welche bevorzugt eine Ausbreitungsrichtung einnehmen, die entlang der Winkelhalbierenden, zwischen den Ausbreitungsrichtungen der miteinander in Kollision geratenen zweidimensionalen Brennstoffsprays, orientiert ist.

[0014] Die Kollisionsgeometrie ist typischerweise an die individuelle Brennkammergeometrie von Ringbrennkammern derart angepaßt, so daß die feinsten Brennstofftröpfchen in Richtung Brennkammer zur nachfolgenden Entzündung gelangen.

[0015] Eine erfindungsgemäße Düsenanordnung, die nach dem vorstehend beschriebenen Zerstäubungsprinzip arbeitet, sieht wenigstens zwei räumlich getrennte Düsenauslaßöffnungen vor, die derart relativ zueinander orientiert sind, daß sich die mit jeweils unterschiedlichen Richtungen ausbreitenden Brennstoffsprays in einem Bereich durchdringen, innerhalb dem die Brennstofftröpfchen aus den jeweiligen Brennstoffsprays miteinander kollidieren. So sind die Düsenauslaßöffnungen derart relativ zueinander orientiert, daß die Ausbreitungsrichtungen der aus den Düsenauslaßöffnungen austretenden Brennstoffsprays einen Winkel α einschließen, für den $0^\circ < \alpha < 180^\circ$ gilt.

[0016] Alternativ zur Anordnung von wenigstens zwei getrennten Düsenauslaßöffnungen ist erfindungsgemäß eine Düsenanordnung mit einer Schlitzdüsenöffnung vorgesehen, die über eine in sich geschlossene Schlitzdüsenöffnung verfügt. Dabei ist die Schlitzdüsenöffnung vorzugsweise von einem Umlenkelement umgeben, das den aus der Schlitzdüsenöffnung austretenden Brennstoff derart umlenkt, daß der sich ausbildende Brennstoffspray konvergent in einem eng begrenzten Volumenbereich zusammenläuft. Eine derartige Schlitzdüsenanordnung hat insbesondere den Vorteil, daß keine aufwendigen Justiermaßnahmen zu treffend sind, um die einzelnen Brennstoffsprays in einem eng begrenzten Bereich zur Kollision zu bringen.

[0017] Auch kann die Schlitzdüsenöffnung selbst konisch ausgebildet sein, wodurch der sich ausbildende Brennstoffspray auch ohne Vorsehen diverser Umlenkelemente in einem eng begrenzten Volumenbereich zusammenläuft und dort zu den gewünschten Kollisionsereignissen führt.

[0018] Die vorstehend beschriebenen Vorkehrungen zur Erzeugung kleinster Brennstofftröpfchen eignen sich besonders für den Einsatz in Doppelkegelbrennern, von denen ein bevorzugtes Beispiel aus der EP 0 321 809 B1 hervorgeht.

[0019] Diese Brennerart gilt als erfolgreicher Ausgangstyp von Brennern, die zur Befuerung mit flüssigen Brennstoffen ausgelegt sind. Hierbei wird der flüssige Brennstoff mittels einer mittig zum Kegelhohlraum angebrachten Düsenanordnung und in Form eines sich kegelförmig ausbildenden Brennstoffsprays in das Innere der Brennkammer eingebracht. Der kegelförmige

Brennstoffspray wird von einem tangential in einen Kegelhohlraum einströmenden, rotierenden Verbrennungsluftstrom umschlossen und dadurch stabilisiert. Erst im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der sogenannten Rückströmzone, wird die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht, so daß in diesem Bereich die Zündung des Brennstoffsprays erfolgt.

[0020] In Ergänzung zur Düsenanordnung des vorstehend beschriebenen Brenners oder aber auch anstelle der in dem bekannten Brenner verwendeten Düsenanordnung können die vorstehend beschriebenen, erfindungsgemäßen Vorrichtungen zur Zerstäubung von Flüssigbrennstoff eingesetzt werden, die selbst zum Zeitpunkt des Zündvorganges kleinste Brennstofftröpfchen zu erzeugen in der Lage sind.

[0021] Auf mögliche Ausführungsbeispiele und Bauvarianten wird in den nachstehenden Ausführungsbeispielen verwiesen, die zusammen mit den Figuren näher erläutert werden.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0022] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1a Längsschnittdarstellung durch eine an sich bekannte Brenneranordnung mit zwei Düsenauslaßöffnungen;
- Fig. 1b Querschnittdarstellung durch den Brenneraustritt einer an sich bekannten Brenneranordnung mit zwei Düsenauslaßöffnungen, durch die zwei aufgefächerte Brennstoffsprays zur Kollision auftreten;
- Fig. 1c Querschnittdarstellung wie in Fig. 1 b nur mit niederdivergenten Brennstoffsprays, und
- Fig. 2 Längsschnittdarstellung durch eine in sich geschlossene Schlitzdüsenöffnung.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0023] In Fig. 1a ist schematisiert ein aus zwei Teilkegelkörpern 1 bestehender Kegelkörper eines Brenners dargestellt, der beispielsweise aus der EP 0 321 809 B1 hervorgeht. Am Brenneraustritt 2 sind in dem in Fig. 1a dargestellten Ausführungsbeispiel zwei getrennte Düsenauslaßöffnungen 3 und 4 vorgesehen, durch die Flüssigbrennstoff in sich jeweils fächerförmig ausbreitende Brennstoffsprays 5, 6 zerstäubt wird. Dabei weisen die Brennstoffsprays 5, 6 makroskopische Brennstofftröpfchen 16 mit typischen Brennstofftröpfchendurchmessern zwischen 1 und 5 mm auf. Die Ausbreitungsrichtungen beider Brennstoffsprays 5, 6 sind derart orientiert, daß sie sich in einem eng begrenzten Vo-

lumenbereich 7 durchdringen. Im Volumenbereich 7 geraten die makroskopischen Brennstofftröpfchen 16 der beiden Brennstoffsprays 5, 6 in Kollision und platzen regelrecht in eine Vielzahl kleinerer Brennstofftröpfchen 17 auseinander, die typischerweise jeweils Tröpfchendurchmesser zwischen 10 und 100 µm aufweisen. Die sich bei der Kollision bildenden mikroskopischen Brennstofftröpfchen 17 breiten sich bevorzugt entlang der Winkelhalbierenden 8 relativ zu beiden Hauptausbreitungsrichtungen der Brennstoffsprays 5, 6 aus. Es bildet sich eine aus kleinsten Flüssigkeitströpfchen bestehende Tröpfchenwolke 9 aus, die innerhalb der Brennkammer zur Entzündung zu bringen ist.

[0024] In Fig. 1 b ist eine Querschnittsdarstellung durch die Tröpfchenwolke 9 in Blickrichtung des Brenneraustritts 2 dargestellt. Aus den Düsenauslaßöffnungen 3, 4 treten fächerförmig die Brennstoffsprays 5, 6 aus, die in Ausbreitungsrichtung vor der Tröpfchenwolke 9 in Kollision geraten.

[0025] Die Düsenauslaßöffnungen 3, 4 können mehrfach verteilt auf dem Umfangsrand des Brenneraustritts 2 angebracht werden, um die zur Kollision bringenden Tröpfchendichte innerhalb des Volumenbereiches 7 weiter zu steigern. Insbesondere ist eine derartige Düsenanordnung in Ergänzung zu der nicht in der Fig. 1 a dargestellten zentralen Düsenanordnung innerhalb des kegelförmigen Brenners vorzusehen.

[0026] Bei der Auslegung der erfindungsgemäßen Düsenanordnung sind insbesondere zwei Gesichtspunkte zu beachten:

1. Die in Kollision geratenden Brennstoffsprays 5, 6 müssen derart zueinander orientiert sein, daß möglichst viel Kollisionsergebnisse auftreten. Insbesondere ist darauf zu achten, daß sich die durch die Düsenauslaßöffnungen 3, 4 austretenden Brennstoffsprays 5, 6 genügend mit Luft vermischen, so daß der Brennstoff in einzelne, singuläre makroskopische Brennstofftröpfchen 16 zerfällt. Erst nach dem Zerfall in einzelne Brennstofftröpfchen 16 dürfen die sich getrennt voneinander ausbildenden Brennstoffsprays 5, 6 bzw. einzelne Bereiche der Brennstoffsprays 5, 6 in Kollision geraten.

2. Die Zerstäubungsrate jeder einzelnen Düsenauslaßöffnung 3, 4 ist derart zu wählen, daß das sich ausbildende Brennstoffspray 5, 6 eine genügend große Brennstofftröpfchendichte aufweist, so daß möglichst viel Brennstofftröpfchen 16 miteinander in Kollision geraten und nicht ohne Kollisionsergebnisse den Volumenbereich 7, in dem die Kollisionen auftreten, durchdringen können.

[0027] Für die beste Wechselwirkung zwischen zwei in Kollision geratenden Brennstofftröpfchen 16 sollte die Breite eines fächerförmig ausgebildeten, zweidimensionalen Brennstoffsprays 5, das mit einem zweiten Brennstoffspray 6 in Kollision gerät, in etwa von der Größen-

ordnung der Querschnittsfläche aller Tröpfchen pro Einheitslänge sein, d.h., die in Kollision geratenden Brennstoffsprays 5, 6 sollten möglichst gebündelt mit geringer Strahldivergenz aufeinandertreffen, wie es im Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1c dargestellt ist. Die zwei aus den Düsenauslaßöffnungen 3, 4 austretenden Brennstoffsprays 5, 6 weisen eine nur sehr geringe Strahldivergenz auf, so daß sie eng gebündelt in der Mitte des Brenneraustritts 2 in Kollision geraten. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß möglichst viele Kollisionsergebnisse zwischen den makroskopischen Brennstofftröpfchen 16 des einen Brennstoffsprays 5 mit den makroskopischen Brennstofftröpfchen 16 des anderen Brennstoffsprays 6 stattfinden.

[0028] Alternativ zu der Anordnung der in Fig. 1c dargestellten Düsenauslaßöffnungen 3, 4, die diametral gegenüberliegend am peripheren Umfangsrand des Brenneraustritts 2 angebracht sind, können auch weitere Düsenauslaßöffnungen am Brenneraustritt 2 angebracht werden.

[0029] Die in den Fig. 1 a bis c dargestellten Düsenanordnungen müssen mit großer geometrischer Sorgfalt räumlich zueinander angeordnet werden, so daß die aus den Düsenauslaßöffnungen 3, 4 austretenden Brennstoffsprays 5, 6 in geeigneter Weise zueinander gerichtet sind und in Kollision geraten können.

[0030] Um den Aufwand derartiger Justieranforderungen zu vermeiden bzw. erheblich zu verringern, ist in Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, das eine Düsenanordnung in Querschnittsdarstellung zeigt, die eine in sich geschlossene Schlitzdüsenöffnung 10 aufweist. Über einen Zuführkanal 11 gelangt Flüssigbrennstoff in einen Düsenkopf 13, dessen Strömungsdurchmesser sich vorzugsweise konisch aufweitet. Ein zentrisch inmitten des Düsenkopfes 13 eingebrachtes Verdrängungselement 12 begrenzt die Schlitzdüsenöffnung 10, durch die der Flüssigbrennstoff als ein ringförmiger Brennstoffspray 14 hindurchtritt, angulär umlaufend. Einstückig mit dem Düsenkopf 13 ist ein Umlenkelement 15 verbunden, welches den Brennstoffspray 14 konisch nach innen gerichtet lenkt. Der Abstand zwischen Düsenkopf 13 und dem Volumenbereich 7, in dem die durch Zerfallsprozesse gebildeten einzelnen Brennstofftröpfchen 16 in Kollision geraten, ist derart bemessen, daß sich der unmittelbar aus dem Düsenkopf 13 austretende Brennstoffspray 14 zunächst mit der umgebenden Umluft vermischt und aufgrund sich anschließender Zerfallsprozesse einzelne singuläre Brennstofftröpfchen 17 bilden. Der Strahlverlauf des Brennstoffsprays 14 kann insbesondere durch die Neigung des Umlenkelementes 15 individuell eingestellt werden. Nach den im Volumenbereich 7 auftretenden Kollisionen bildet sich eine Tröpfchenwolke 9 aus, in der sich Mikrotröpfchen mit den vorstehend beschriebenen kleinen Tröpfchendurchmessern ansammeln.

[0031] Die in Fig. 2 im Querschnitt gezeigte Düsenanordnung kann abweichend von einer kreisförmigen Schlitzdüsenöffnung auch andere Schlitzaustrittsgeo-

metrien annehmen. Beispielsweise sind auch kreissegmentartige Austrittsöffnungen denkbar, durch die wenigstens zwei getrennte Brennstoffsprays in kollidierender Weise aufeinandertreffen können.

[0032] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee ist die Erzeugung kleinster Flüssigkeitströpfchen, deren Tröpfchendurchmesser bis zu 3 Größenordnungen kleiner sind, als die mittels konventioneller Sprühtechnik erzeugten Flüssigkeitströpfchen. Dies geschieht, indem - abweichend von der konventionellen Vorgehensweise der Zerstäubung von Flüssigkeit mittels Luft - zwei Flüssigkeitströpfchen gezielt in Kollision gebracht werden, die wiederum in eine Vielzahl kleinster Flüssigkeitströpfchen zerplatzen. Unter Verwendung des vorstehend geschilderten Zerstäubungsprinzips ist es möglich, Brenner für Gasturbinenanlagen sowohl für die Zündphase als auch für den Grundlastbetrieb mit nur einer einzigen, einfach im Aufbau gestalteten Düsenanordnung zu versehen. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme ist es möglich, den Wirkungsgrad von Gasturbinen zu steigern, ohne dabei den konstruktiven und damit verbundenen finanziellen Aufwand zu erhöhen.

Bezugszeichenliste

[0033]

1	Teilkegelkörper des Brenners
2	Brenneraustritt
3, 4	Düsenauslaßöffnungen
5, 6	Brennstoffspray
7	Volumenbereich
8	Winkelhalbierende
9	Tröpfchenwolke
10	Schlitzdüsenöffnung
11	Zuführkanal
12	Verdrängungselement
13	Düsenkopf
14	Brennstoffspray
15	Umlenkelement
16	Brennstofftröpfchen, makroskopisch
17	Brennstofftröpfchen, mikroskopisch

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zerstäubung flüssigen Brennstoffs für eine Feuerungsanlage, vorzugsweise für eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage, mit einer Düsenanordnung, durch die der flüssige Brennstoff druckbeaufschlagt hindurchtritt, dadurch gekennzeichnet, daß nach Durchtritt des Brennstoffes durch die Düsenanordnung zumindest zwei, räumlich getrennte Brennstoffsprays (5, 6) gebildet werden, in denen der Brennstoff vorwiegend in Form einzelner Brennstofftröpfchen (16) vorliegt, und daß die Brennstoffsprays (5, 6) jeweils eine Ausbreitungsrichtung zueinander aufweisen, so daß die

Brennstofftröpfchen (16) eines Brennstoffsprays (5) mit den Brennstofftröpfchen (16) des anderen Brennstoffsprays (6) kollidieren, so daß bei der Kollision der Brennstoffsprays (5, 6) eine Tröpfchenwolke (9) mit neuen Brennstofftröpfchen (17) gebildet wird, deren Durchmesser kleiner als der der kollidierenden Brennstofftröpfchen (16) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzerstäubung derart erfolgt, daß die Tröpfchenwolke (9) eine Hauptausbreitungsrichtung aufweist, die einer Winkelhalbierenden (8) der Ausbreitungsrichtung der kollidierenden Brennstoffsprays (5, 6) entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Druckbeaufschlagung des Brennstoffes vor Durchtritt durch die Düsenanordnung mit ca. 500 hPa eine Brennstofftröpfchengröße innerhalb der Brennstoffsprays (5, 6) mit Tröpfchendurchmessern von bis zu 3 mm und nach der Kollision der Brennstofftröpfchen (16) Tröpfchendurchmesser zwischen 10 und 100 µm erzeugt werden.

4. Vorrichtung zur Zerstäubung flüssigen Brennstoffs für eine Feuerungsanlage, vorzugsweise für eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage, mit einer Düsenanordnung, durch die der flüssige Brennstoff druckbeaufschlagt hindurchtritt und zu einem Brennstoffspray zerstäubt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenanordnung zumindest zwei räumlich getrennte Düsenauslaßöffnungen (3, 4) aufweist, welche derart ausgerichtet sind, daß aus den Düsenauslaßöffnungen (3, 4) austretende Brennstoffsprays (5, 6) miteinander kollidieren.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenauslaßöffnungen (3, 4) jeweils den sich ausbildenden Brennstoffsprays (5, 6) Ausbreitungsrichtungen aufzwingen, die einen Winkel α , mit $0^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ einschließen.

6. Vorrichtung zur Zerstäubung flüssigen Brennstoffs zum Betrieb in einer Feuerungsanlage, vorzugsweise für eine Brennkammer einer Gasturbinenanlage, mit einer Düsenanordnung, durch die der flüssige Brennstoff druckbeaufschlagt hindurchtritt und zu einem Brennstoffspray zerstäubt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenanordnung eine Schlitzdüse mit einer in sich geschlossenen Schlitzdüsenöffnung (10) aufweist, und daß die Schlitzdüsenöffnung (10) von einem Umlenkelement (15) umgeben ist, welches einen aus der Schlitzdüsenöffnung (10) austretenden Brennstoffspray (14) derart umlenkt, daß dieser konvergent in einem engbegrenzten Volumenbereich (7) zusammenläuft.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzdüsenöffnung (10) kreisförmig ausgebildet ist, so daß sich der Brennstoffspray (14) in Art eines spitz zulaufenden Hohlkonus ausbildet. 5
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlenkelement (15) einstückig die Schlitzdüsenöffnung (10) umgibt und in Art eines Hohlkegelstumpfes ausgebildet ist, dessen größter Durchmesser sich unmittelbar an der Schlitzdüsenöffnung (10) anschließt. 10
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenanordnung in einem Brenner vorgesehen ist, der wenigstens zwei halbe, hohle Teilkegelkörper (1) vorsieht, die derart ineinander gefügt sind, daß deren Längssymmetrieachsen zueinander radial versetzt verlaufen und die mindestens zwei tangentiale Lufteintrittsschlitze 20 für einen Verbrennungszuluftstrom sowie einen Kegelhohlraum einschließen, wobei die Düsenanordnung wenigstens zwei Düsenauslaßöffnungen (3, 4) aufweist, die jeweils gegenüberliegend, in den Teilkegelkörpern (1) angeordnet sind. 25
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenauslaßöffnungen am Brenneraustritt (2) in den Teilkegelkörpern (1) angeordnet sind. 30

35

40

45

50

55

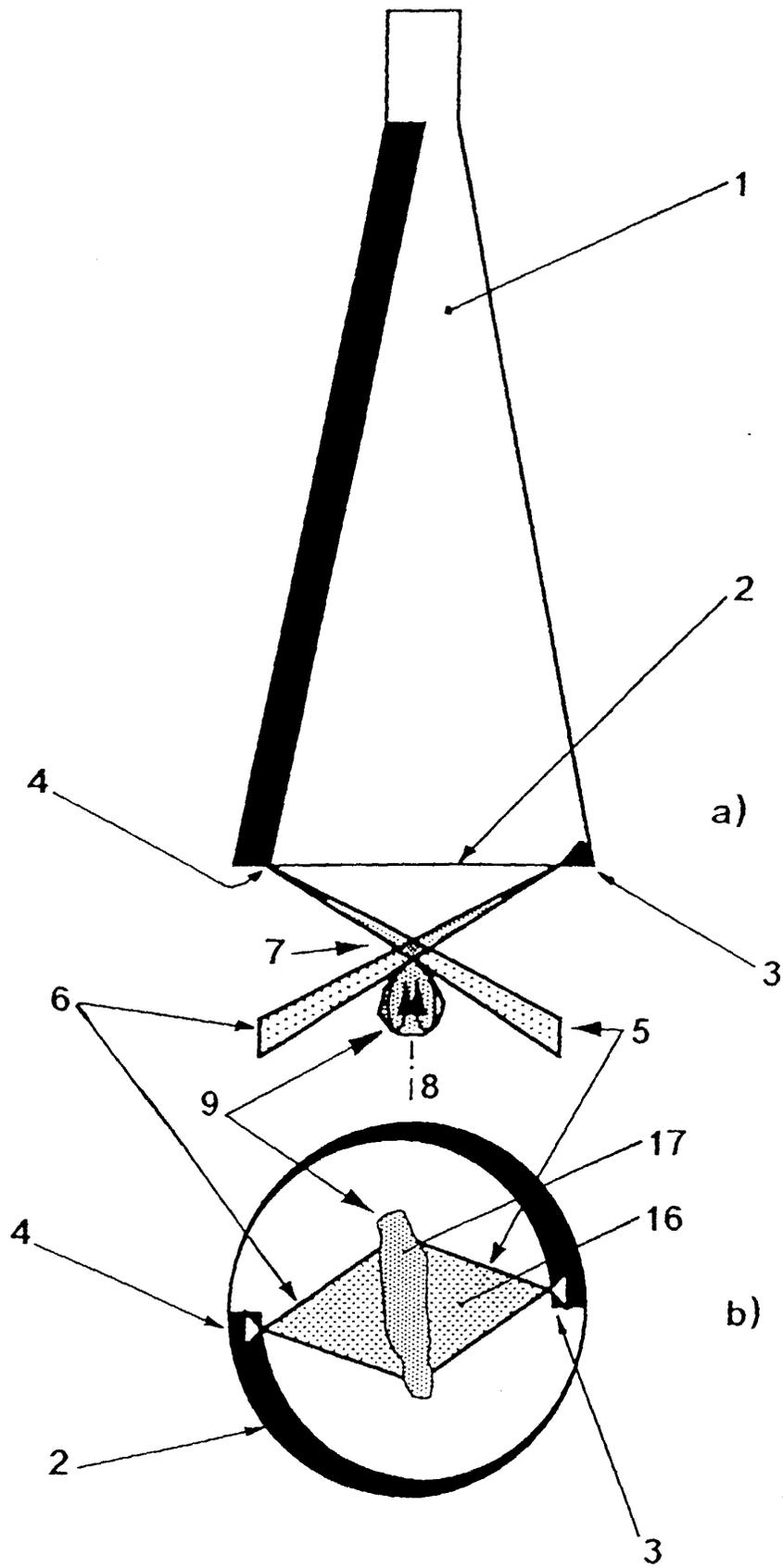


Fig. 1

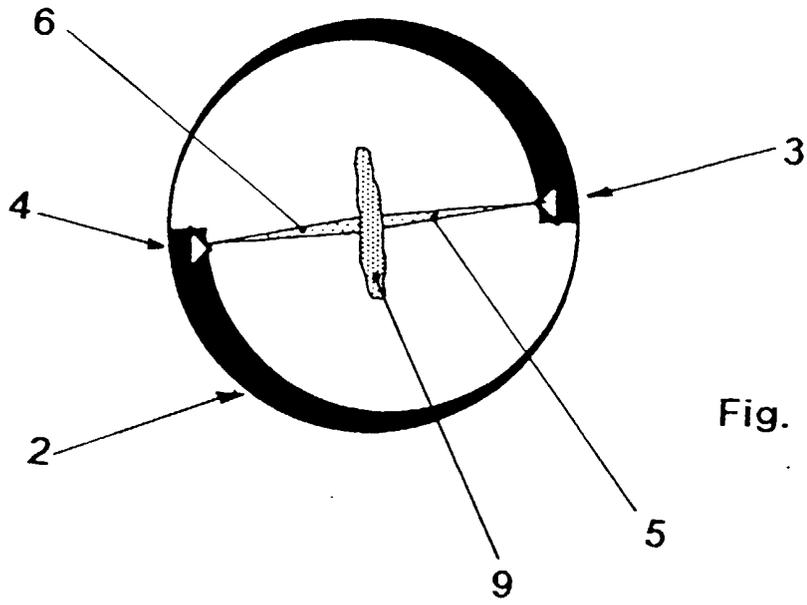


Fig. 1 c

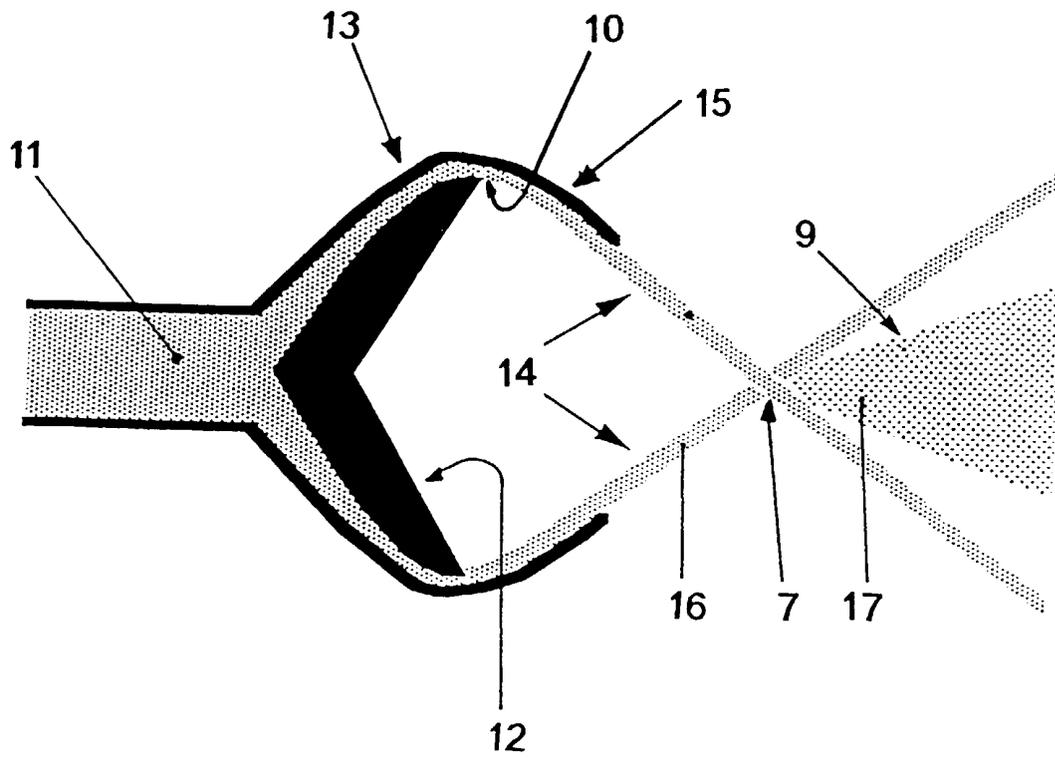


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 81 1040

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	GB 1 029 521 A (LUCAS) * Seite 1, Zeile 79 - Seite 2, Zeile 7 * * Seite 2, Zeile 21 - Zeile 45; Abbildungen 4,8 *	1,2,4-6	F23D11/24 B05B1/26
Y	GB 621 785 A (TECO) * Seite 1, Zeile 36 - Zeile 72 * * Seite 2, Zeile 58 - Zeile 69; Abbildung 2 *	1,2,4-6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 534 (M-1486), 27. September 1993 (1993-09-27) -& JP 05 141622 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 8. Juni 1993 (1993-06-08) * Zusammenfassung *	1,2,4-6	
A	FR 1 026 664 A (PHILLIPS & PAIN) 2. Mai 1953 (1953-05-02) * Seite 1, rechte Spalte, Zeile 35 - Seite 2, linke Spalte, Zeile 19; Abbildungen 1,2 *	1,4	
A	US 4 588 375 A (SANDSTROEM CHRISTER) 13. Mai 1986 (1986-05-13) * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	10. Februar 2000	Coli, E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (PC/C03)

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

EP 99 81 1040

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.

10-02-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1029521 A		KEINE	
GB 621785 A		KEINE	
JP 05141622 A	08-06-1993	KEINE	
FR 1026664 A	02-05-1953	KEINE	
US 4588375 A	13-05-1986	AU 1940983 A	29-03-1984
		EP 0118491 A	19-09-1984
		SE 8204941 A	01-03-1984
		WO 8401015 A	15-03-1984

EPO FORM P0461

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