



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 902 233 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
17.03.1999 Patentblatt 1999/11

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F23D 11/38, F23D 11/26

(21) Anmeldenummer: 97810662.3

(22) Anmeldetag: 15.09.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

- Jansohn, Peter, Dr.  
79790 Küssaberg (DE)
- Steinbach, Christian, Dr.  
5432 Neuenhof (CH)

(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.  
8050 Zürich (CH)

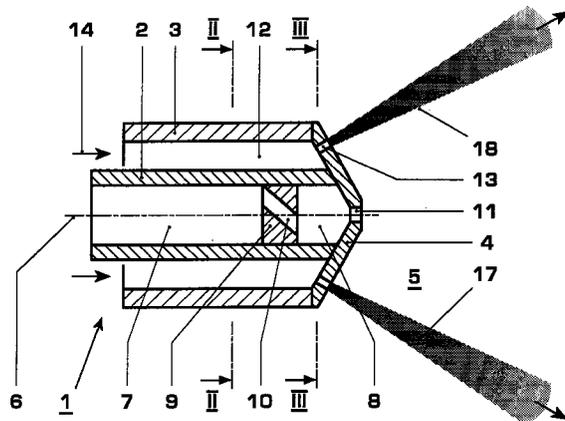
(74) Vertreter: Liebe, Rainer et al  
Asea Brown Boveri AG,  
Immaterialgüterrecht(TEI),  
Haselstrasse 16/699 I  
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:  
• Büchi, Franz  
5424 Unterehrendingen (CH)  
• Hoferer, Uwe  
77740 Bad Peterstal (DE)

(54) **Kombinierte Druckzerstäuberdüse**

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, eine kombinierte Druckzerstäuberdüse für Gasturbinenbrenner zu schaffen, mit der eine verbesserte Anpassung der Zerstäubungsqualität von Flüssigkeiten an die jeweiligen Lastbedingungen, d.h. eine gute Vormischung über den gesamten Lastbereich realisiert werden kann. Dazu umfasst die Druckzerstäuberdüse einen Düsenkörper (1) mit zumindest zwei separaten Zuführkanälen (7, 12) für zumindest eine zu zerstäubende Flüssigkeit (14, 29, 31). Der erste Zuführkanal (7) wird zumindest teilweise vom zweiten Zuführkanal (12) umschlossen und steht stromab über eine Austrittsöffnung (11) mit einem Aussenraum (5) in Verbindung. Der zweite Zuführkanal (12) ist gleichfalls mit dem Aussenraum (5) verbunden, wobei er zumindest zwei Austrittsöffnungen (13) zum Aussenraum (5) besitzt.

FIG. 1



EP 0 902 233 A1

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine mit Flüssigbrennstoff betriebene, kombinierte Druckzerstäuberdüse für Gasturbinenbrenner, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

[0002] Eine schadstoffarme Verbrennung von flüssigen Brennstoffen, wie z.B. Heizöl extraleicht, erfordert die vollständige Verdampfung der Brennstofftropfen sowie die Vormischung des Brennstoffdampfes mit der Verbrennungsluft vor Erreichen der Flammenfront. Schon kleine Zonen mit höherer Brennstoffkonzentration führen in der Reaktionszone zu erhöhten Temperaturen und somit zur verstärkten Bildung von thermischen Stickoxiden. Ein Nachteil mager vorgemischter Flammen ist es, dass die Flammentemperaturen sehr nahe an der Löschgrenze liegen. Um bei geringer Last und somit geringerer Flammentemperatur einen weiterhin stabilen Brennerbetrieb zu realisieren, ist eine gezielte Anreicherung der Flammenstabilisierungszonen notwendig. Es besteht somit das Problem, mit einem Brenner und einer Zerstäuberdüse einen weiten Betriebsbereich der Gasturbine abzudecken.

[0003] Die für eine gute Verteilung des Brennstoffes in der Verbrennungsluft erforderliche Eindringtiefe des Brennstoffsprays in die Verbrennungsluft wird vor allem durch das Verhältnis der Impulsströme von Verbrennungsluft und Brennstoff beeinflusst. Dieses Verhältnis ändert sich mit den Betriebsbedingungen, d.h. infolge von Änderungen im Brennstoff-Massenstrom, im Brennstoff-Druck sowie in der Temperatur und dem Druck der Brennerluft. Die Verdampfungszeit des Brennstoffs hängt im wesentlichen von der Zerstäubungsqualität, der Relativgeschwindigkeit zwischen Brennstoff und Luft sowie den Umgebungsrandbedingungen wie Temperatur und Druck ab. Während letztere für die unterschiedlichen Lastzustände durch den Gasturbinenprozess vorgegeben sind, werden die Zerstäubungsqualität und die Relativgeschwindigkeit hauptsächlich durch die Zerstäuberdüse bestimmt. Bei herkömmlichen Gasturbinenbrennern werden zum Ausgleich der sich ändernden Umgebungsbedingungen rücklaufgeregelter Drallzerstäuber oder Zweistufen-Drallzerstäuber eingesetzt. Da jedoch bei Dralldüsen keine gezielte Änderung der Eindüsungsrichtung möglich ist, erlauben diese bekannten Zerstäuberdüsen lediglich eine grobe Anpassung der Zerstäubungsqualität und des Brennstoffimpulses an die jeweiligen Lastbedingungen.

[0004] Eine Verbesserung ist mit der in der EP-A2-0 711 953 offenbarten Hochdruckzerstäuberdüse zu erreichen, deren Austrittsöffnungen auf die Zonen hoher Luftgeschwindigkeit ausgerichtet sind und bei

denen der Winkel des Brennstoffsprays zur Achse des Brenners mindestens so gross ist, wie der Kegelhalbwinkel des Brenners. Wie bereits der Name ausdrückt ist zum Betrieb dieser insbesondere für einen aus der EP-B1-0 321 809 bekannten Doppelkegelbrenner geeignete Druckzerstäuberdüse Hochdruck erforderlich. Dazu muss der Flüssigbrennstoff mit einem Druck von mehr als 100 bar zugeführt werden, was jedoch einen erheblichen Aufwand in der Auslegung des Brennstoffsystems erfordert. Zudem ist ebenfalls keine Änderung der Eindüsungsrichtung sowie des Strahlprofils möglich.

[0005] Mit der DE-PS 862 599 ist ein kombinierter Zwei- bzw. Mehrstufen-Drallzerstäuber bekannt, der jedoch ein für Gasturbinenbrenner ungeeignetes Impulsverhalten aufweist. Zwar wird mit dem resultierenden Drallspray eine sehr feine Zerstäubung erreicht, jedoch ist der Brennstoffimpuls zu gering, um eine ausreichende Verteilung der Brennstofftröpfchen in der Verbrennungsluft und damit eine gute Vormischung zu erzielen.

### Darstellung der Erfindung

[0006] Die Erfindung versucht diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine kombinierte Druckzerstäuberdüse für Gasturbinenbrenner zu schaffen, mit der eine verbesserte Anpassung der Zerstäubungsqualität von Flüssigkeiten an die jeweiligen Lastbedingungen, d.h. eine gute Vormischung über den gesamten Lastbereich realisiert werden kann.

[0007] Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass bei einer Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, der zweite Zuführkanal zumindest zwei Austrittsöffnungen zum Aussenraum besitzt. Dadurch ist die kombinierte Druckzerstäuberdüse als Mehrloch-Blendendüse mit einer einfachen, zentralen Düse ausgebildet, welche neben der feinen Zerstäubung des Flüssigbrennstoffs auch einen hohen Brennstoffimpuls gewährleistet. Auf diese Weise können sowohl eine schnelle Verdampfung des Flüssigbrennstoffs als auch eine gute Vormischung des Brennstoffsprays mit der Verbrennungsluft erreicht werden, weshalb die erfindungsgemässe Druckzerstäuberdüse insbesondere auch für Gasturbinenbrenner geeignet ist. Zudem wird eine relativ einfach aufgebaute Druckzerstäuberdüse mit geringem Platzbedarf geschaffen, deren Zweistufigkeit nur durch das zusätzliche Einbringen der Austrittsöffnungen des zweiten Zuführkanals realisiert wird.

[0008] Gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Eindüsen des Flüssigbrennstoffs über einen Ringkanal (DE-PS 862 599) werden durch die erfindungsgemässen Austrittsöffnungen mehrere separate Brennstoffsprays mit einem relativ engen Sprühkegel erzeugt. Diese Brennstoffsprays besitzen jedoch einen deutlich höheren Impuls als ein ringförmiges Brennstoffspray und weisen zudem eine grössere Relativgeschwindigkeit des Flüssigbrennstoffs zur

Verbrennungsluft auf. Deshalb kann mit dieser Lösung eine verbesserte Vormischung erreicht werden. Bei einer der konkreten Betriebssituation entsprechenden Brennstoffverteilung zwischen der Blendendüse und der zentralen Düse wird mit der Druckzerstäuberdüse sowohl eine gezielte Einmischung des Flüssigbrennstoffs in die Verbrennungsluft als auch eine Anpassung des Brennstoffimpulses an die erforderliche Eindringtiefe des Flüssigbrennstoffs in die Verbrennungsluft ermöglicht. Über die zentrale Düse, d.h. durch den ersten Zuführkanal, wird der Druckzerstäuberdüse ein solcher Massenstrom an Flüssigbrennstoff zugeführt, welcher der benötigten Brennstoffmenge der Gasturbine bei Teillast entspricht.

**[0009]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Austrittsöffnungen des zweiten Zuführkanals gleichmässig verteilt auf dem Umfang des Düsenkörpers angeordnet sind. Diese Anordnung sichert eine gleichmässige Brennstoffkonzentration in der Reaktionszone und verhindert daher die verstärkte Bildung von Stickoxiden.

**[0010]** Der erste Zuführkanal ist im Inneren eines ersten Rohres und der zweite Zuführkanal im Inneren eines zweiten Rohres ausgebildet. Beide Rohre sind konzentrisch zueinander angeordnet und werden stromab von einem Deckel zum Aussenraum abgeschlossen. Der Deckel sowie das erste Rohr sind einstückig ausgebildet. Dadurch kann die Druckzerstäuberdüse relativ einfach montiert werden, indem das zweite Rohr bis zu seinem Anschlag am Deckel auf das erste Rohr aufgeschoben wird. Anschliessend werden das zweite Rohr und der Deckel fest miteinander verbunden, beispielsweise durch Verschweissen.

**[0011]** Unmittelbar stromauf der Austrittsöffnungen des zweiten Zuführkanals ist vorteilhaft eine Turbulenzkammer ausgebildet. Durch die zusätzliche Einbeziehung der Turbulenzkammer in die Mehrloch-Blendendüse kann die Zerstäubung des Flüssigbrennstoffs verbessert werden. Die Turbulenzkammer ist vom zweiten Zuführkanal durch eine Zwischenwand abgetrennt. In der Zwischenwand sind aussermittig des zweiten Zuführkanals zumindest zwei Turbulenzerzeugeröffnungen angeordnet. Mit einer solchen unsymmetrischen Einleitung des Flüssigbrennstoffs in die Turbulenzkammer kann eine höhere Turbulenz erreicht und dadurch die Zerstäubung des Flüssigbrennstoffs weiter verbessert werden.

**[0012]** Besonders vorteilhaft sind die Turbulenzerzeugeröffnungen versetzt zu den Austrittsöffnungen des zweiten Zuführkanals angeordnet. Dabei beträgt die Versetzung bei jeweils vier Turbulenzerzeugeröffnungen bzw. Austrittsöffnungen vorzugsweise ca. 45°, so dass die Anordnung der Turbulenzerzeugeröffnungen genau mittig zwischen den Austrittsöffnungen erfolgt. Dies führt zu einer intensiveren, kleinskaligen und turbulenten Struktur, d.h. zu einem sehr feinen Brennstoffspray.

**[0013]** Die mit der zusätzlichen Turbulenzkammer

ausgeführten Druckzerstäuberdüse kann ebenfalls relativ einfach montiert werden. Dazu sind der Deckel, das erste Rohr sowie die Zwischenwand einstückig ausgebildet, so dass diese Bauteile gemeinsam, gewissermassen als Einsatz, in das zweite Rohr eingeführt werden können. Abschliessend werden das erste Rohr und der Deckel, beispielsweise durch Verschweissen, fest miteinander verbunden.

**[0014]** Alternativ zu einer einfachen, zentralen Düse ist zwischen dem ersten Zuführkanal sowie der Austrittsöffnung entweder eine Drallkammer oder eine Turbulenzkammer ausgebildet. Im ersten Fall, d.h. bei Verwendung einer Dralldüse, wird ein Drallspray mit einem relativ weiten Sprühkegel erzeugt, so dass auch bei Teillast eine hohe Brennstoffkonzentration im Zentrum des Brenners sowie eine ausreichende Verdampfung des Brennstoffs erreicht werden kann. Dies ermöglicht auch im Teillastbereich der Gasturbine einen stabilen Brennerbetrieb. Wird dagegen eine Turbulenzdüse als zentrale Düse eingesetzt, so kann bei gleichbleibend guter Zerstäubung des Flüssigbrennstoffs ein engerer Spraywinkel realisiert werden. Auf diese Weise kann die Brennstoffkonzentration im Zentrum des Brenners weiter erhöht und dadurch der Brennerbetrieb bei Teillast zusätzlich stabilisiert werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0015]** In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer kombinierten Druckzerstäuberdüse für Gasturbinenbrenner dargestellt.

**[0016]** Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt der Druckzerstäuberdüse, einschliesslich der Darstellung des Brennstoffsprays bei Vollastbetrieb;
- Fig. 2 einen Querschnitt durch die Druckzerstäuberdüse nach Fig. 1, entlang der Linie II-II;
- Fig. 3 einen Querschnitt durch die Druckzerstäuberdüse nach Fig. 1, entlang der Linie III-III;
- Fig. 4 eine Darstellung gemäss Fig. 1, jedoch mit einer Darstellung des Brennstoffsprays bei Teillastbetrieb;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung des Flüssigkeitszufuhrsystems zur Druckzerstäuberdüse, wobei jeweils Flüssigbrennstoff (Brennöl) zerstäubt wird;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung des Flüssigkeitszufuhrsystems zur Druckzerstäuberdüse, wobei unterschiedliche Flüssigkeiten (Brennöl, Wasser) zerstäubt werden;
- Fig. 7 einen Teillängsschnitt einer Druckzerstäuberdüse, mit einer Turbulenzkammer im äusseren Zuführkanal;
- Fig. 8 einen Querschnitt durch die Druckzerstäuberdüse nach Fig. 7, entlang der Linie VIII-VIII;

- Fig. 9 einen Querschnitt durch die Druckzerstäuberdüse nach Fig. 7, entlang der Linie IX-IX;
- Fig. 10 einen Teillängsschnitt einer Druckzerstäuberdüse, mit radialen Austrittsöffnungen des äusseren Zuführkanals;
- Fig. 11 einen Querschnitt durch die Druckzerstäuberdüse nach Fig. 10, entlang der Linie X-X;
- Fig. 12 einen Teillängsschnitt einer Druckzerstäuberdüse, gemäss einem nächsten Ausführungsbeispiel, bei Teillastbetrieb;
- Fig. 13 einen Teillängsschnitt einer Druckzerstäuberdüse, gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel;
- Fig. 14 einen Teillängsschnitt einer Druckzerstäuberdüse, gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel, bei Teillastbetrieb.

**[0017]** Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt ist beispielsweise der die Druckzerstäuberdüse aufnehmende Gasturbinenbrenner. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

#### Weg zur Ausführung der Erfindung

**[0018]** Der nicht dargestellte, die Druckzerstäuberdüse aufnehmende Gasturbinenbrenner ist beispielsweise als ein Doppelkegelbrenner ausgebildet, wie er aus dem EP-B1-0 321 809 bekannt ist. Natürlich ist die Druckzerstäuberdüse prinzipiell auch für andere Gasturbinenbrenner geeignet, so z.B. für den aus dem EP-A2-0 704 657 bekannten, aus einem Drallerzeuger mit anschliessender Mischstrecke bestehenden Brenner. Die Druckzerstäuberdüse weist einen Düsenkörper 1 mit zwei konzentrisch zueinander angeordneten Rohren 2, 3 auf, die stromab von einem konischen Deckel 4 zu einem Aussenraum 5 abgeschlossen werden. Dabei ist der Aussenraum 5 der Druckzerstäuberdüse gleichzeitig der Innenraum des Gasturbinenbrenners. Der Düsenkörper 1 weist eine Längsachse 6 auf, die mit der nicht dargestellten Längsachse des Gasturbinenbrenners zusammenfällt.

**[0019]** Das erste, innere Rohr 2 umschliesst einen ersten, inneren Zuführkanal 7, an den stromab eine Drallkammer 8 anschliesst. Die Drallkammer 8 ist nach aussen vom inneren Rohr 2, stromab vom Deckel 4 und stromauf von einem Einsatz 9 begrenzt (Fig. 1). Sie steht mit dem inneren Zuführkanal 7 über im Einsatz 9 angeordnete, tangential angestellte Drallkanäle 10 (Fig. 2) und mit dem Aussenraum 5 über eine Austrittsöffnung 11 in Verbindung. Die Austrittsöffnung 11 ist in der Längsachse 6 des Düsenkörpers 1 angeordnet. Das zweite, äussere Rohr 3 besitzt einen grösseren Durchmesser als das innere Rohr 2, so dass zwischen beiden Rohren 3, 2 ein zweiter, äusserer und als Ringraum ausgebildeter Zuführkanal 12 angeordnet ist. Letzterer ist über vier im Deckel 4 befindliche Austrittsöffnungen 13 ebenfalls mit dem Aussenraum 5 verbunden. Die

Austrittsöffnungen 13 sind gleichmässig über den Umfang des Düsenkörpers 1 verteilt (Fig. 3) und so ausgerichtet, dass sie in den Nachlauf der Drallerzeuger des nicht dargestellten Brenners eindüsen. Die genaue Ausrichtung hängt von den Randbedingungen der Gasturbine ab. Es bleibt anzumerken, dass die Anzahl der Austrittsöffnungen 13 nicht auf vier festgelegt ist, jedoch müssen für eine gleichmässige Brennstoffverteilung zumindest zwei Austrittsöffnungen 13 vorhanden sein. Eine derart ausgebildete Druckzerstäuberdüse ist insbesondere für Drallerzeuger mit Kegelform geeignet.

**[0020]** Der Deckel 4 sowie das innere Rohr 2 des Düsenkörpers 1 sind einstückig ausgebildet. Dadurch kann die gesamte Druckzerstäuberdüse relativ einfach montiert werden, indem das äussere Rohr 3 bis zu seinem Anschlag am Deckel 4 auf das innere Rohr 2 aufgeschoben wird. Anschliessend werden das äussere Rohr 3 und der Deckel 4 miteinander verschweisst.

**[0021]** Beim Betrieb des Gasturbinenbrenners wird der Druckzerstäuberdüse als zu zerstäubende Flüssigkeit 14 ein Flüssigbrennstoff, beispielsweise Brennöl, zugeführt. In Abhängigkeit von der konkreten Betriebs-situation der Gasturbine, d.h. je nachdem, ob diese bei Voll- oder bei Teillast betrieben wird, erfolgt die Zufuhr des Flüssigbrennstoffs 14 zum Gasturbinenbrenner entweder über den äusseren Zuführkanal 12 oder über den inneren Zuführkanal 7 der Druckzerstäuberdüse. Der Düsenkörper 1 weist somit zwei unterschiedliche Düsen auf, nämlich eine äussere Mehrloch-Blenden-düse und eine zentrale Dralldüse.

**[0022]** Bei Teillast wird der Flüssigbrennstoff 14 in den inneren Zuführkanal 7 des Düsenkörpers 1 eingeführt, von wo aus er über die Drallkanäle 10 verdrallt in die Drallkammer 8 gelangt. Anschliessend wird der Flüssigbrennstoff 14 über die Austrittsöffnung 11 in den Aussenraum 5 eingedüst, wobei die Dralldüse einen Drallspray 15 mit einem relativ weiten Sprühkegel 16 erzeugt (Fig. 4). Damit wird auch bei Teillast eine hohe Brennstoffkonzentration im Zentrum des Brenners sowie eine ausreichende Verdampfung des Brennstoffs erreicht. Dies ermöglicht auch im Teillastbereich der Gasturbine einen stabilen Brennerbetrieb.

**[0023]** Im dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt eine zentrale Zufuhr des Flüssigbrennstoffs 14 über den mittig angeordneten und vollständig vom äusseren Zuführkanal 12 umgebenen, inneren Zuführkanal 7. Natürlich kann der innere Zuführkanal 7 auch aussermittig angeordnet und/oder auch nur teilweise vom äusseren Zuführkanal 12 umgeben werden, so dass der Flüssigbrennstoff 14 dezentral, jedoch mit gleicher Wirkung zur Dralldüse gelangt (nicht dargestellt).

**[0024]** Um eine gute Zerstäubungsqualität und eine hohe Strahleindringtiefe in die Verbrennungsluft zu erzielen, soll der Einspritzdruck bis zu 100 bar betragen. Der maximale Massenstrom des Flüssigbrennstoffs 14 wird je nach abzudeckendem Lastbereich der Gasturbine gewählt und beträgt üblicherweise weniger

als 50% des Massenstromes bei Vollast. Somit kann der Gasturbinenbrenner auch bei Teillast der Gasturbine im Vormischbetrieb arbeiten.

**[0025]** Demgegenüber wird der Flüssigbrennstoff 14 bei Vollast in den äusseren Zuführkanal 12 des Düsenkörpers 1 eingeführt und gelangt über dessen Austrittsöffnungen 13 in den Aussenraum 5. Auf diese Weise erzeugt die Mehrloch-Blendendüse mehrere, der Anzahl der Austrittsöffnungen 13 entsprechende Brennstoffsprays 17 mit jeweils einem relativ engen Sprühkegel 18 (Fig. 1). Die separaten Brennstoffsprays 17 besitzen einen hohen Impuls und weisen zudem eine grosse Relativgeschwindigkeit des Flüssigbrennstoffs 14 zur Verbrennungsluft auf. Deshalb erfolgt mit der Mehrloch-Blendendüse eine gute Zerstäubung des Flüssigbrennstoffs 14. Ausserdem erreicht der Flüssigbrennstoff 14 eine hohe Eindringtiefe in die Verbrennungsluft, was zu einer deutlich verbesserten Einmischqualität führt. Trotz der nunmehr verbesserten Eindringtiefe des Flüssigbrennstoffs 14 im Vollastbetrieb kommt es bei Teillast nicht zu Problemen durch Wandauftragung von Brennöltröpfchen, weil dann auf die zentrale Dralldüse umgeschaltet wird.

**[0026]** Aufgrund dieser durch ein entsprechendes Flüssigkeitszufuhrsystem variablen Betriebsweise kann die erfindungsgemässe Druckzerstäuberdüse den je nach konkreter Betriebssituation stark differierenden Anforderungen an das Brennstoffspray 15, 17 gerecht werden. In Fig. 5 ist ein mögliches Flüssigkeitszufuhrsystem zur Druckzerstäuberdüse schematisch dargestellt. Über eine Pumpe 19 wird der zu zerstäubende Flüssigbrennstoff 14 aus einer Brennstoffleitung 20 in einen Druckbehälter 21 gepumpt. Ein Rücklaufventil 22 dient der Einstellung des Pumpenvordruckes. Zwischen der Pumpe 19 und dem Druckbehälter 21 ist in der Brennstoffleitung 20 ein Absperrventil 23 angeordnet. Vom Druckbehälter 21 gehen zwei Leitungen 24, 25 ab, wobei die Leitung 24 den zweiten Zuführkanal 12, d.h. die Mehrloch-Blendendüse speist und die Leitung 25 mit dem ersten Zuführkanal 7, d.h. mit der Dralldüse in Verbindung steht. In den Leitungen 24, 25 ist jeweils ein Steuerventil 26, 27 angeordnet, welche eine Regulierung der jeweiligen zugeführten Flüssigkeitsmenge gestatten. Je nach Bedarf können auch beide Steuerventile 26, 27 geöffnet sein, so dass in diesem Falle beiden Düsen in Betrieb sind. Zwischen beiden Düsen ist ein gleitendes Umschalten möglich. Wie in Fig. 5 angedeutet ist, können über dieses Brennstoffzufuhrsystem mehrere Brenner beispielsweise einer Gasturbinenbrennkammer mit Flüssigbrennstoff 14 versorgt werden. Die gezeigte Schaltung hat den Vorteil, dass zur Regelung der aus zwei separaten Düsen bestehenden Druckzerstäuberdüse nur die beiden Steuerventile 26, 27, d.h. nur ein Steuerventil 26 bzw. 27 je Düse, erforderlich sind. Natürlich kann in besonderen Fällen auch eine Wasser-Ölemulsion als Brennstoff eingesetzt werden, wodurch eine weitere Absenkung der NO<sub>x</sub>-Emissionen möglich ist.

**[0027]** In Fig. 6 ist eine alternatives Flüssigkeitszufuhrsystem dargestellt. Die Druckzerstäuberdüse wird über eine erste Zufuhrleitung 28 mit Wasser, als einer ersten, zu zerstäubenden Flüssigkeit 29, und über eine zweite Zufuhrleitung 30 mit Flüssigbrennstoff (Brennöl), als einer zweiten, zu zerstäubenden Flüssigkeit 31, gespeist. In den Zufuhrleitungen 28, 30 ist jeweils eine Pumpe 19' und stromabwärts ein Absperrventil 23' angeordnet, mit dem die Leitungen 28, 30 wahlweise geschlossen werden können. Der Massenstrom der zu zerstäubenden Flüssigkeiten 29, 31 wird mittels jeweils eines in jeder der Zufuhrleitungen 28, 30 angeordneten Steuerventils 26', 27' geregelt. Werden, wie in Fig. 6 angedeutet, über dieses Flüssigkeitszufuhrsystem mehrere Brenner beispielsweise einer Gasturbinenbrennkammer mit Flüssigbrennstoff 31 bzw. mit Wasser 29 versorgt, so kann die Druckzerstäuberdüse beim Start bzw. bei Teillast betrieben werden, indem nur Brennöl 31 über die Mehrloch-Blendendüse zerstäubt wird. Bei höherer Last bzw. bei Vollast erfolgt dann über die Zufuhrleitung 28 eine Versorgung des Gasturbinenbrenners mit Wasser 29. Beim Eindüsen in den nicht dargestellten Innenraum des Gasturbinenbrenners kommt es zu einer Vermischung der Tröpfchen des Wassers 29 mit denen des Brennöls 31, was zu einer zur Senkung der NO<sub>x</sub>-Emissionen führt. Auch hier ergibt sich als Vorteil, dass für den Gasturbinenbetrieb nur jeweils ein Steuerventil 26', 27' je Düse der Druckzerstäuberdüse und insgesamt nur eine Zufuhrleitung 30 für den Flüssigbrennstoff 31 erforderlich ist.

**[0028]** Die mit der erfindungsgemäss ausgebildeten Druckzerstäuberdüse ausgestatteten Gasturbinenbrenner können sowohl mit mehreren verschiedenen Flüssigbrennstoffen 31 als auch mit einem Flüssigbrennstoff 31 und mit Wasser 29, mit nur einem Flüssigbrennstoff 31 oder auch mit Flüssigbrennstoff-Wassergemischen betrieben werden. Sie erlauben daher ein relativ grosses Einsatzspektrum und können an veränderte Betriebsbedingungen angepasst werden. Die zentrale Dralldüse wird beim Betrieb der Mehrloch-Blendendüse ständig von der durch letztere geführten Flüssigkeit 14, 31 umströmt. Deshalb ist beim Umschaltvorgang von Voll- auf Teillast, wie das z.B. bei einem Lastverlust der Fall ist, kein Abkühlen der Dralldüse erforderlich, so dass ein schneller Lastwechsel gewährleistet werden kann.

**[0029]** In einem nächsten Ausführungsbeispiel ist unmittelbar stromauf der Austrittsöffnungen 13 des äusseren Zuführkanals 12 eine Turbulenzkammer 32 ausgebildet. Die Turbulenzkammer 32 wird vom äusseren Zuführkanal 12 durch eine Zwischenwand 33 abgetrennt. In der Zwischenwand 33 sind aussermittig des äusseren Zuführkanals 12 vier Turbulenzerzeugeröffnungen 34 ausgebildet (Fig. 7). Bei Verwendung einer Druckzerstäuberdüse mit der zusätzlichen Turbulenzkammer 32 des äusseren Zuführkanals 12 wird der Flüssigbrennstoff 14 über die Austrittsöffnungen 13 als hochturbulenter Austrittsstrahl in den Innenraum des

Gasturbinenbrenners eingedüst, wo er anschliessend in ein feines Brennstoffspray 17 zerfällt. Damit kann die Vormischung des Gasturbinenbrenners weiter verbessert werden.

**[0030]** Wie bei einem Vergleich der Figuren 8 und 9 leicht zu erkennen ist, sind die Turbulenzerzeugeröffnungen 34, bezogen auf die Hauptströmungsrichtung des Flüssigbrennstoffs 14, in einem Winkel von 45° versetzt zu den Austrittsöffnungen 13 des äusseren Zuführkanals 12 angeordnet. Dadurch ist jeweils eine der Turbulenzerzeugeröffnungen 34 mittig zwischen zwei einander benachbarten Austrittsöffnungen 13 angeordnet. Mit dieser Massnahme wird die turbulente Struktur des Flüssigbrennstoffs 14 zum einen intensiver und zum anderen kleinskalig. Deshalb tritt aus der Mehrloch-Blendendüse ein turbulenter, schnell zerfallender Freistrahle aus. Natürlich kann auch eine andere Anzahl als jeweils vier Austrittsöffnungen 13 bzw. Turbulenzerzeugeröffnungen 34 realisiert werden, wobei sich dann der beschriebene Winkel entsprechend ändert.

**[0031]** Der Deckel 4, das innere Rohr 2 und die Zwischenwand 33 des Düsenkörpers 1 sind einstückig ausgebildet (Fig. 7). Dadurch kann auch diese Druckzerstäuberdüse relativ einfach montiert werden, indem das äussere Rohr 3 bis zu seinem Anschlag am Deckel 4 auf das innere Rohr 2 aufgeschoben wird. Anschliessend wird das äussere Rohr 3 sowohl mit dem Deckel 4 als auch mit der Zwischenwand 33 verschweisst.

**[0032]** Gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel weisen die Austrittsöffnungen 13 des äusseren Zuführkanals 12 eine radiale Austrittsrichtung 35 auf (Fig. 10, Fig. 11), was vor allem für axiale Drallerzeuger geeignet ist. Insbesondere bei achsparalleler Anströmung der Druckzerstäuberdüse führt dies zu einer sehr hohen Eindringtiefe des Brennstoffsprays 17 in die Verbrennungsluft und damit zu einer zusätzlichen Verbesserung der Vormischung des Gasturbinenbrenners.

**[0033]** Alternativ zur Ausbildung der Drallkanäle 10 sind entsprechend einem nächsten Ausführungsbeispiel Turbulenzkanäle 36 im Einsatz 9 angeordnet. Diese münden in eine Turbulenzkammer 37, welche ihrerseits über die Austrittsöffnung 11 mit dem Aussenraum 5 in Verbindung steht (Fig. 12). Beim Teillastbetrieb dieser aus einer Mehrloch-Blendendüse und einer zentralen Turbulenzdüse bestehenden Druckzerstäuberdüse wird ein schnell zerfallender Brennstoffspray 38 mit einem besonders engen Sprühkegel 39 erzeugt. Dadurch kann die Brennstoffkonzentration im Zentrum des Brenners auch bei Teillast der Gasturbine weiter erhöht werden.

**[0034]** Natürlich kann die Druckzerstäuberdüse auch ohne einen Einsatz 9 ausgebildet werden, so dass der erste Zuführkanal 7 direkt bis zum Deckel 4 reicht (Fig. 13). In diesem Fall entsteht eine besonders einfache, zentrale Düse mit einem geringen Platzbedarf und einer im wesentlichen analogen Funktion wie die der zentra-

len Düsen der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele.

**[0035]** In einem weiteren, ebenfalls ohne den Einsatz 9 auskommenden, Ausführungsbeispiel ist, im Inneren des ersten Rohres 2 und konzentrisch zu diesem, ein drittes Rohr 40 angeordnet, welches stromauf der Austrittsöffnung 11 endet und den inneren Zuführkanal 7 aufnimmt. Das erste und das dritte Rohr 2, 40 sind voneinander beabstandet, so dass zwischen ihnen ein als Luftkanal ausgebildeter Freiraum 41 entsteht. Der Luftkanal 41 erweitert sich stromab des dritten Rohres 40 zu einem Mischraum 42, in den der Zuführkanal 7 mündet (Fig. 14). Beim Betrieb dieser zentralen Düse wird über eine nicht dargestellte Zuführleitung und über den Luftkanal 41 Luft 43 herangeführt. Im Mischraum 42 trifft die Luft 43 auf den Flüssigbrennstoff 14, wodurch es zu dessen luftunterstützter Eindüsung in den Aussenraum 5 der Druckzerstäuberdüse, d.h. in den Innenraum des Gasturbinenbrenners, kommt. Damit wird die erforderliche Zerstäubungsqualität unabhängig vom aktuellen Brennstoffdurchsatz erreicht, was insbesondere beim Teillastbetrieb von Vorteil ist.

#### Bezugszeichenliste

##### [0036]

1	Düsenkörper
2	erstes Rohr
3	zweites Rohr
4	Deckel
5	Aussenraum
6	Längsachse, von 1
7	erster, innerer Zuführkanal
8	Drallkammer
9	Einsatz
10	Drallkanal
11	Austrittsöffnung, von 7
12	zweiter, äusserer Zuführkanal, Ringraum
13	Austrittsöffnung, von 12
14	Flüssigkeit, Flüssigbrennstoff (Brennöl)
15	Drallspray, Brennstoffspray
16	Sprühkegel, von 15
17	Brennstoffspray
18	Spühkegel, von 17
19	Pumpe
20	Brennstoffleitung
21	Druckbehälter
22	Rücklaufventil
23	Absperrventil
24	Leitung
25	Leitung
26	Steuerventil
27	Steuerventil
28	Zufuhrleitung
29	Flüssigkeit, Wasser
30	Zufuhrleitung
31	Flüssigkeit, Flüssigbrennstoff (Brennöl)

32	Turbulenzkammer			eine Zwischenwand (33) abgetrennt ist und in der Zwischenwand (33) zumindest zwei Turbulenzerzeugeröffnungen (34) angeordnet sind.
33	Zwischenwand			
34	Turbulenzerzeugeröffnung			
35	Austrittsrichtung, radial			
36	Turbulenzkanal	5	6.	Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulenzerzeugeröffnungen (34) aussermittig des zweiten Zuführkanals (12) in der Zwischenwand (33) ausgebildet sind.
37	Turbulenzkammer			
38	Brennstoffspray			
39	Sprühkegel			
40	Rohr			
41	Freiraum, Luftkanal	10	7.	Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulenzerzeugeröffnungen (34) versetzt zu den Austrittsöffnungen (13) des zweiten Zuführkanals (12) angeordnet sind.
42	Mischraum			
43	Luft			
19'	Pumpe			
23'	Absperrventil			
26'	Steuerventil	15	8.	Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine der Turbulenzerzeugeröffnungen (34) mittig zwischen zwei einander benachbarten Austrittsöffnungen (13) angeordnet ist.
27'	Steuerventil			

### Patentansprüche

1. Kombinierte Druckzerstäuberdüse für Gasturbinenbrenner, umfassend einen Düsenkörper (1) mit zumindest zwei separaten Zuführkanälen (7, 12) für zumindest eine zu zerstäubende Flüssigkeit (14, 29, 31), wobei der erste Zuführkanal (7) zumindest teilweise vom zweiten Zuführkanal (12) umschlossen wird sowie stromab über eine Austrittsöffnung (11) mit einem Aussenraum (5) in Verbindung steht und wobei der zweite Zuführkanal (12) gleichfalls mit dem Aussenraum (5) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Zuführkanal (12) zumindest zwei Austrittsöffnungen (13) zum Aussenraum (5) besitzt. 20
2. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsöffnungen (13) des zweiten Zuführkanals (12) gleichmässig verteilt auf dem Umfang des Düsenkörpers (1) angeordnet sind. 35
3. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zuführkanal (7) im Inneren eines ersten Rohres (2), der zweite Zuführkanal (12) im Inneren eines zweiten Rohres (3) ausgebildet, beide Rohre (2, 3) konzentrisch zueinander angeordnet sind und stromab von einem Deckel (4) zum Aussenraum (5) abgeschlossen werden, wobei der Deckel (4) sowie das erste Rohr (2) einstückig ausgebildet sind. 40
4. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar stromauf der Austrittsöffnungen (13) des zweiten Zuführkanals (12) eine Turbulenzkammer (32) ausgebildet ist. 45
5. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulenzkammer (32) vom zweiten Zuführkanal (12) durch 50
6. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulenzerzeugeröffnungen (34) aussermittig des zweiten Zuführkanals (12) in der Zwischenwand (33) ausgebildet sind. 55
7. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbulenzerzeugeröffnungen (34) versetzt zu den Austrittsöffnungen (13) des zweiten Zuführkanals (12) angeordnet sind.
8. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine der Turbulenzerzeugeröffnungen (34) mittig zwischen zwei einander benachbarten Austrittsöffnungen (13) angeordnet ist.
9. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zuführkanal (7) im Inneren eines ersten Rohres (2), der zweite Zuführkanal (12) im Inneren eines zweiten Rohres (3) ausgebildet, beide Rohre (2, 3) konzentrisch zueinander angeordnet sind und stromab von einem Deckel (4) zum Aussenraum (5) abgeschlossen werden, wobei der Deckel (4), das erste Rohr (2) sowie die Zwischenwand (33) einstückig ausgebildet sind.
10. Kombinierte Druckzerstäuberdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Zuführkanal (7) sowie der Austrittsöffnung (11) eine Drallkammer (8) oder eine Turbulenzkammer (37) ausgebildet ist.

FIG. 1

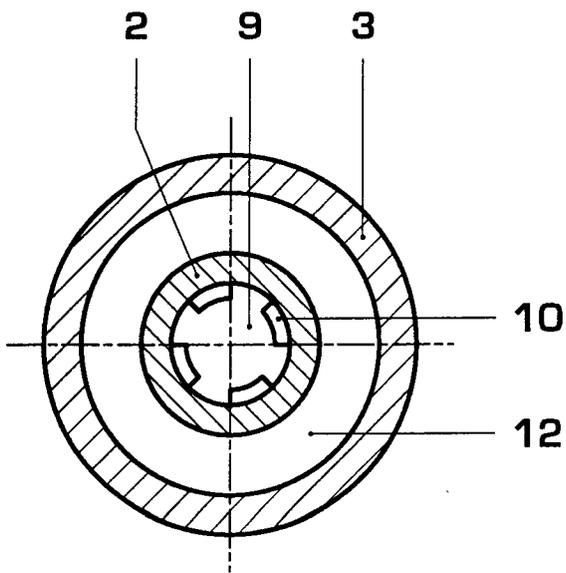
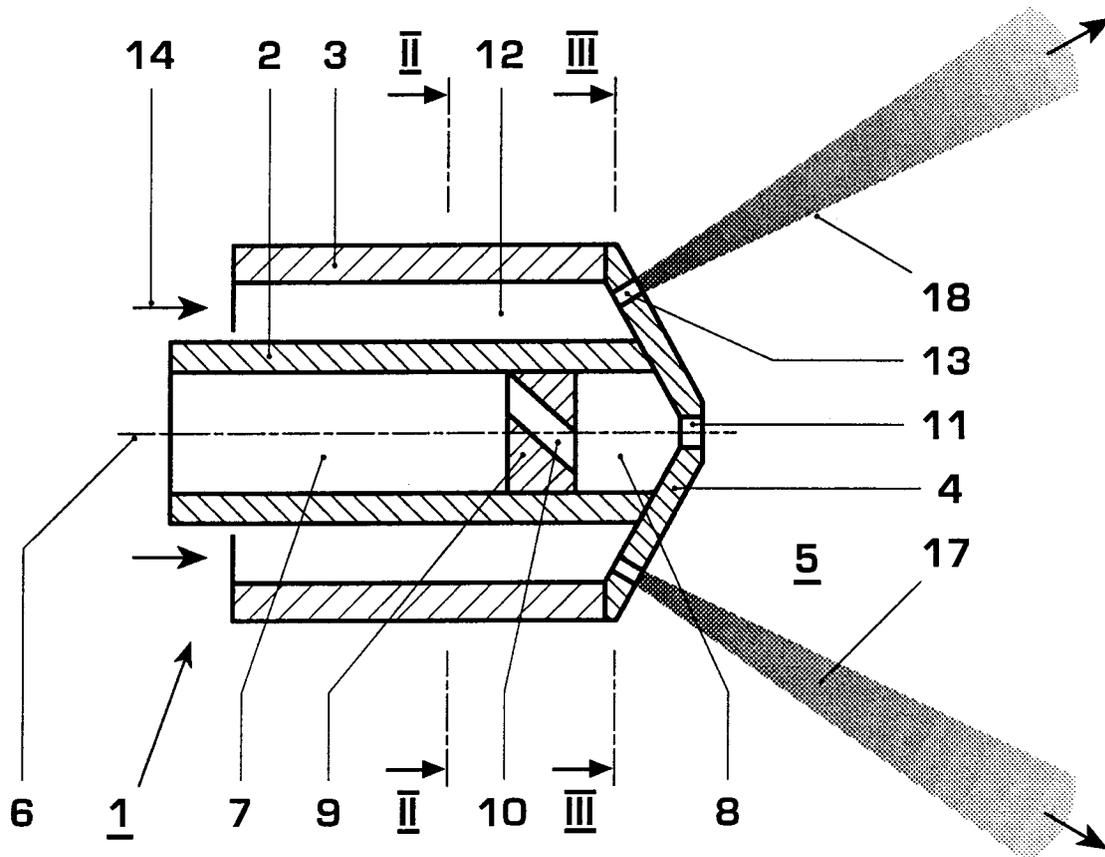


FIG. 2

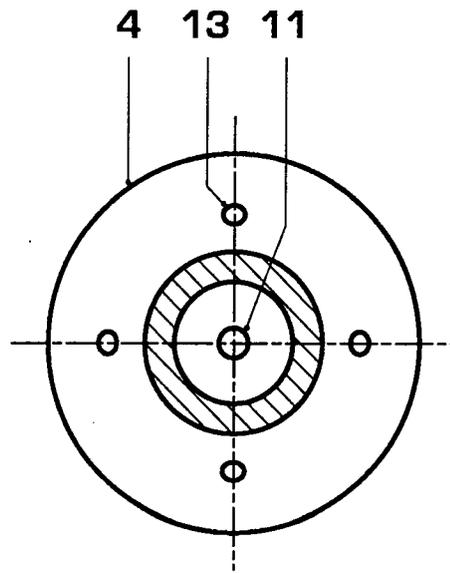


FIG. 3

FIG. 4

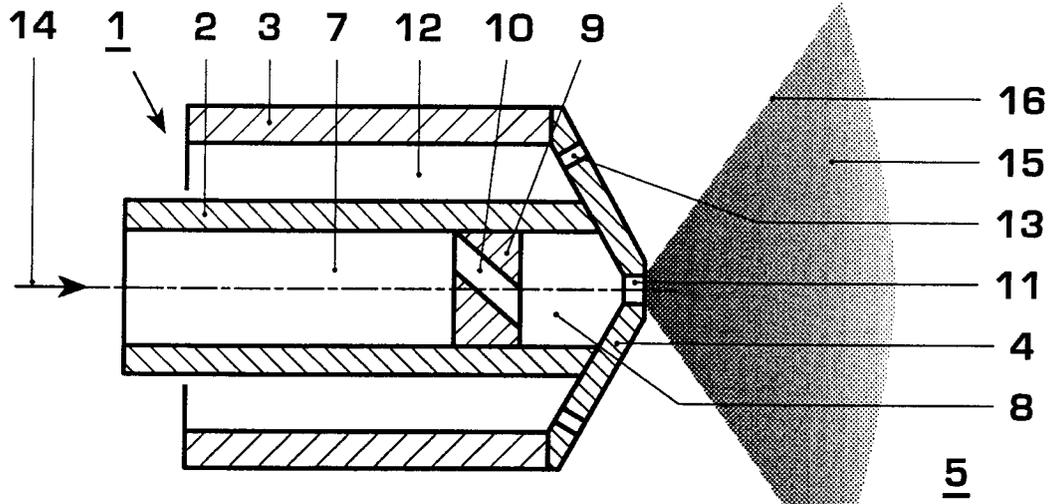


FIG. 7

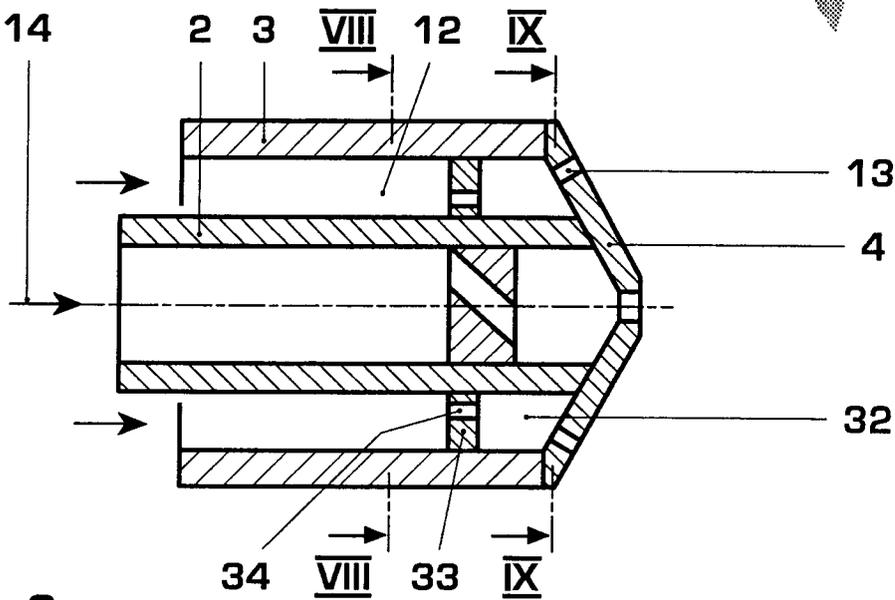


FIG. 8

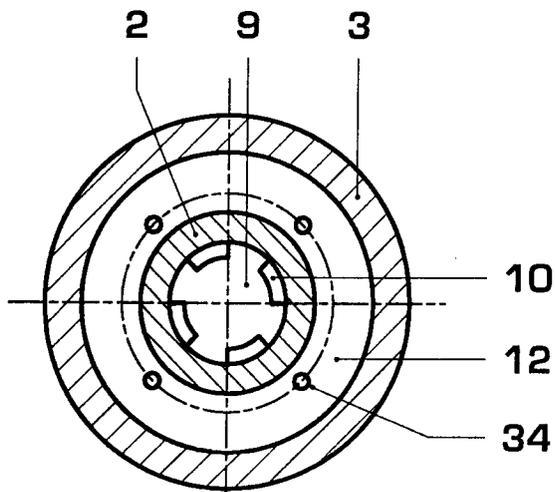
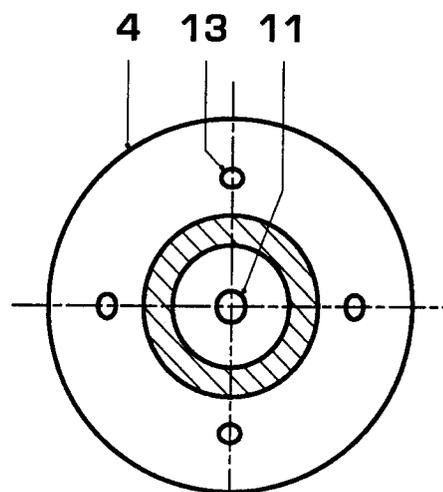


FIG. 9



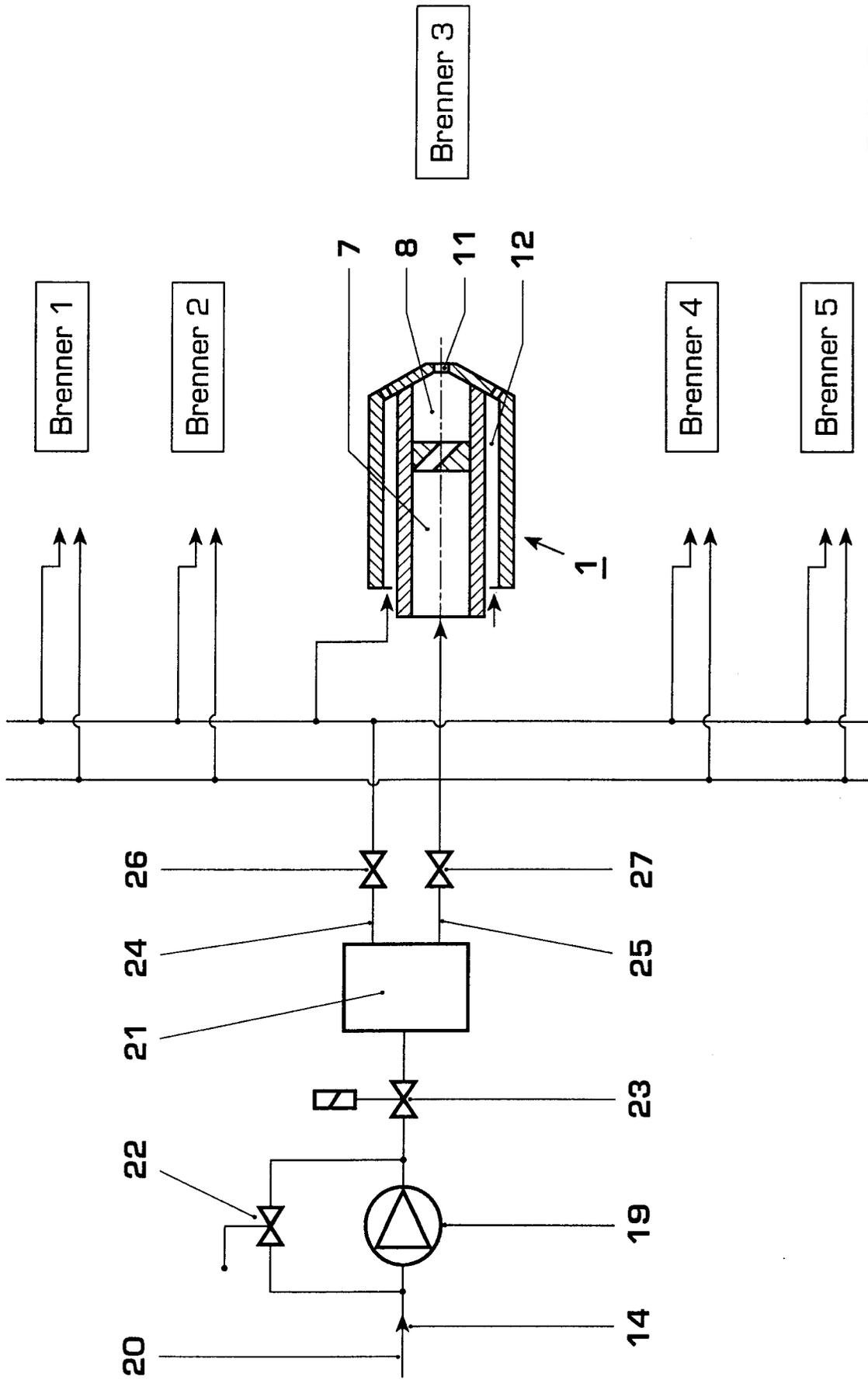


FIG. 5

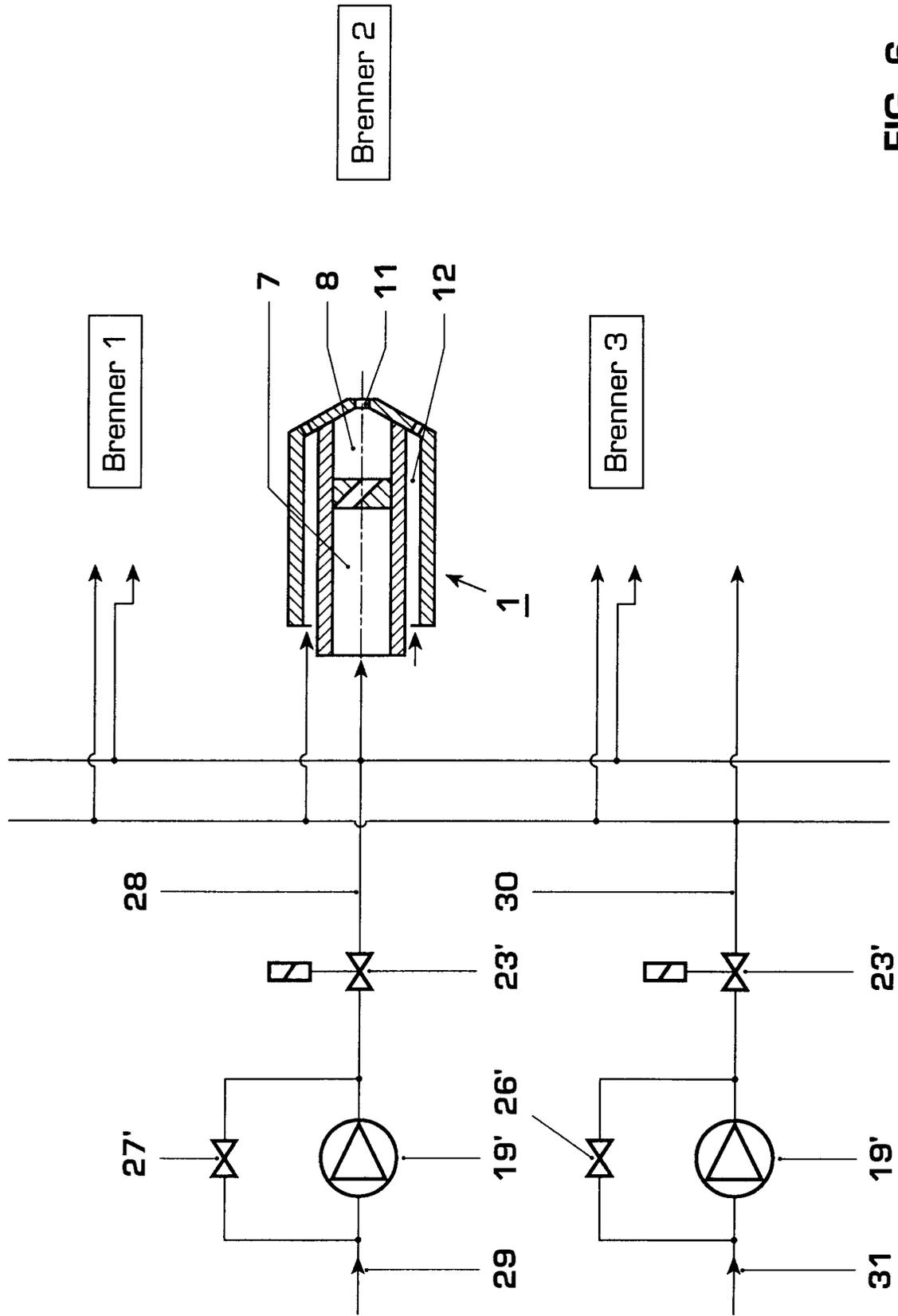


FIG. 6

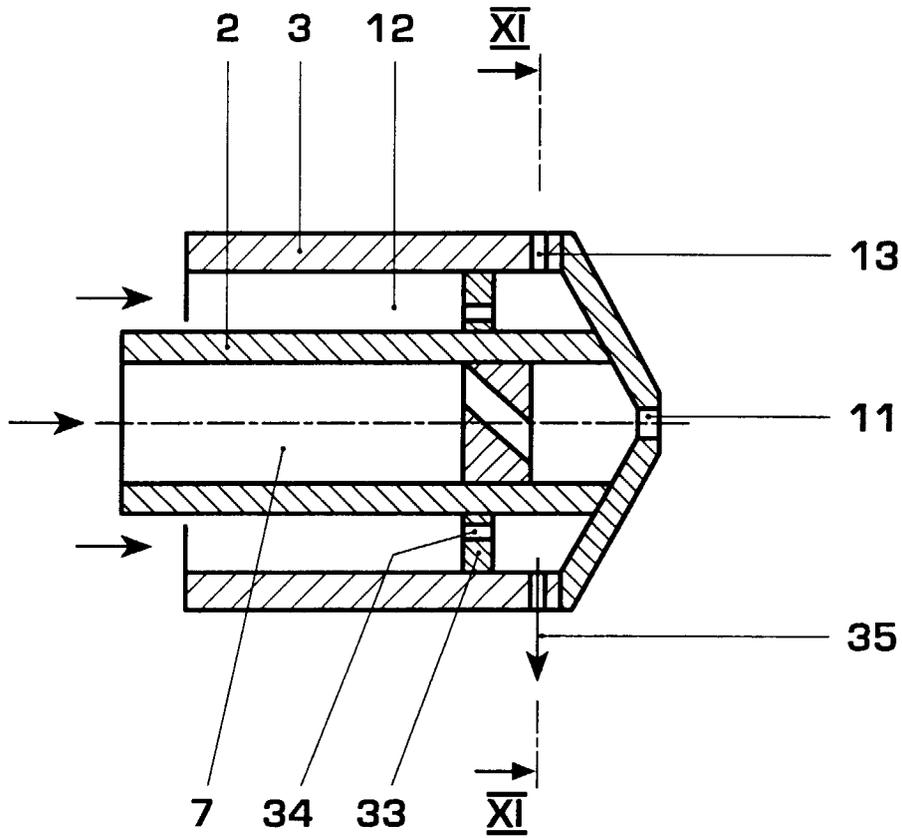


FIG. 10

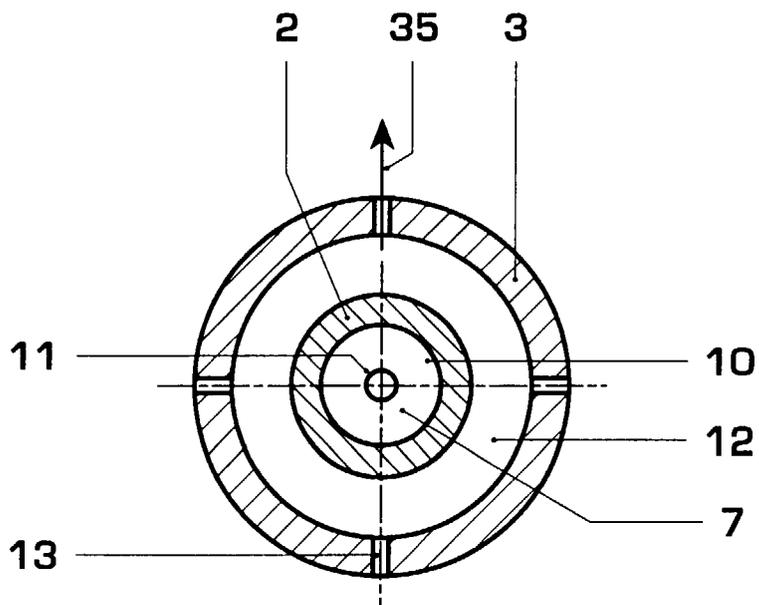


FIG. 11

FIG. 12

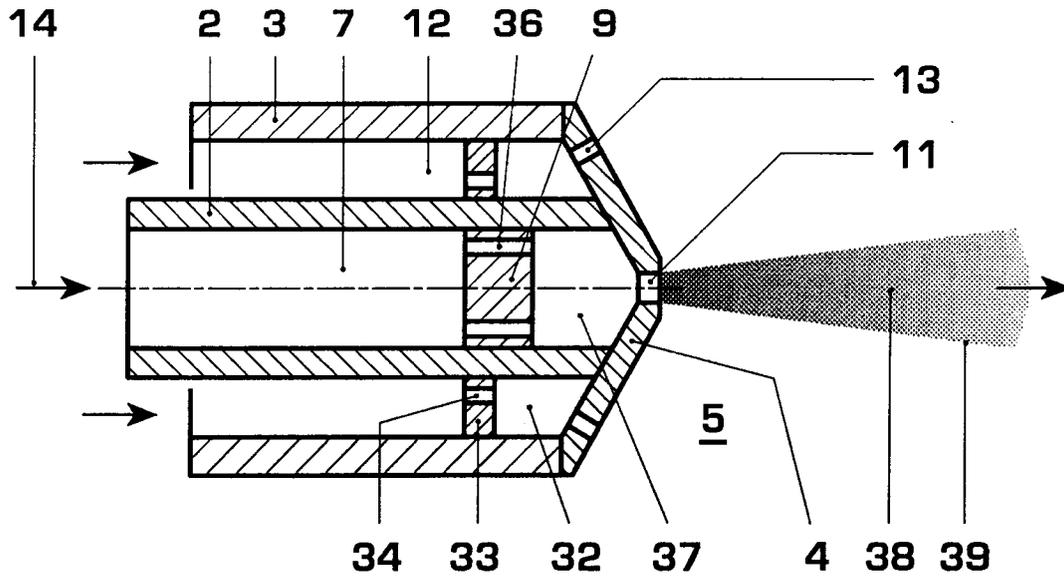


FIG. 13

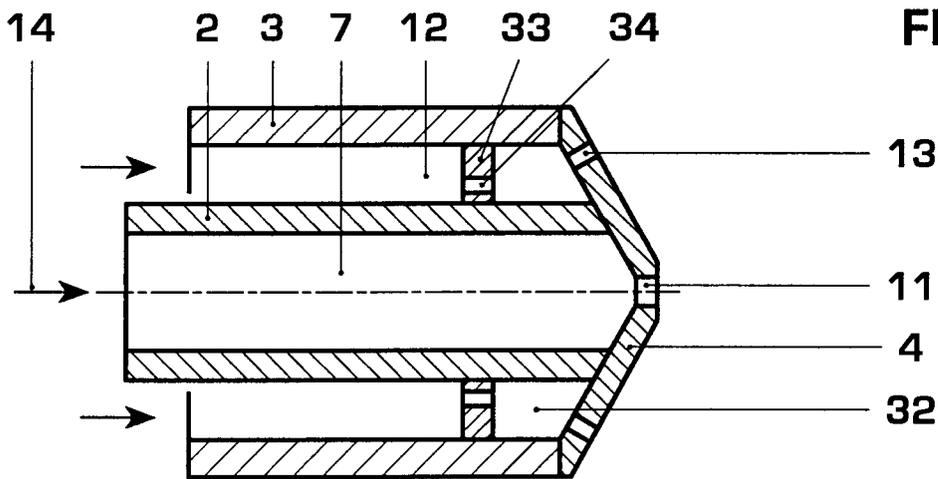
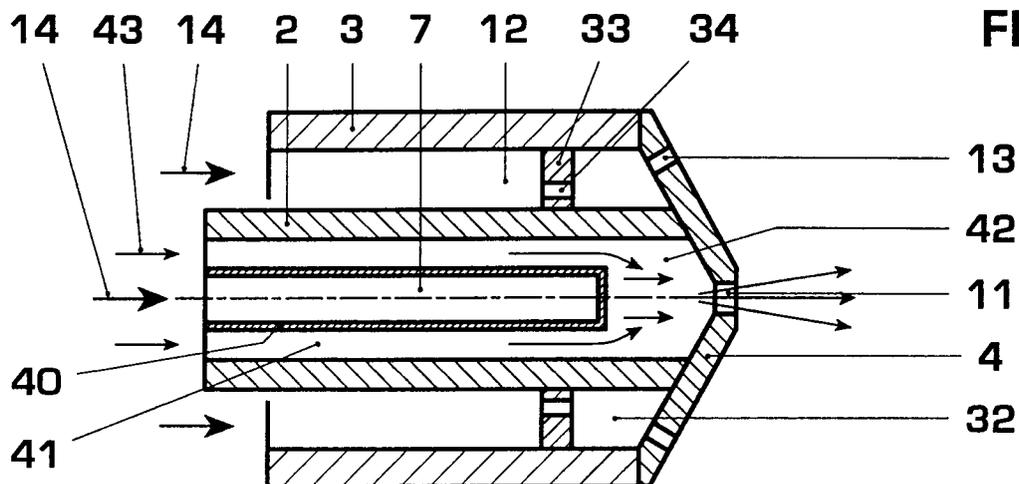


FIG. 14





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0662

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	FR 2 403 517 A (CHARMILLES SA ATELIERS) * Seite 2, Zeile 29 - Seite 3, Zeile 30; Abbildungen 1,2 * ---	1-3	F23D11/38 F23D11/26
Y	FR 2 234 931 A (SHELL INT RESEARCH) * Seite 8, Zeile 28 - Seite 9, Zeile 16; Abbildung 1 * ---	1-3	
A,D	DE 862 599 C (LECHLER) * Seite 2, Zeile 38 - Zeile 47; Abbildungen 1,2 * ---	1,4,5	
A	US 3 785 570 A (KRIEGER S) * Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 36; Abbildung 3 * ---	1,4,5	
A,D	EP 0 711 953 A (ABB RESEARCH LTD) * das ganze Dokument * ---	1	
A	DE 324 589 C (WAGNER) * das ganze Dokument * -----	1	
			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)</b>
			F23D F23L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. Februar 1998</b>	Prüfer <b>Coli, E</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 (P04.C03)