

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 911 583 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.04.1999 Patentblatt 1999/17

(51) Int. Cl.⁶: F23D 11/24, F23D 11/38,
F23D 11/40, F23C 7/00

(21) Anmeldenummer: 97810800.9

(22) Anmeldetag: 27.10.1997

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

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

(72) Erfinder:
• Eroglu, Adnan, Dr.
5417 Untersiggenthal (CH)
• Hellat, Jaan, Dr.
5406 Baden-Rütihof (CH)

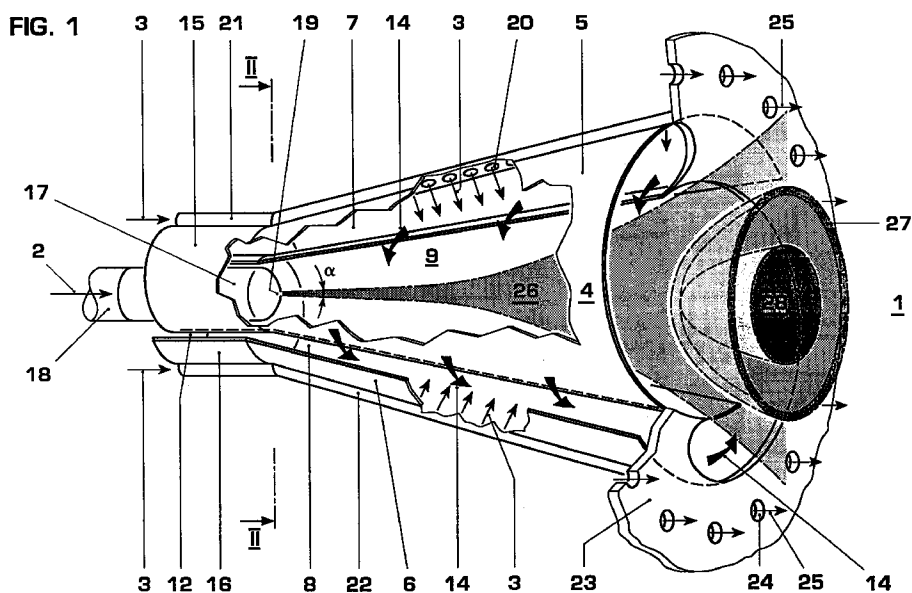
• Keller, Jakob, Prof. Dr.
5605 Dottikon (CH)
• McMillan, Robin
Bardney, Lincolnshire LN3 5UD (GB)
• Suter, Roger
8001 Zürich (CH)

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

(54) Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners zu schaffen, welches bei bestimmten Betriebsarten eine verbesserte Funktionssicherheit und Funktionsweise aufweist. Zudem soll ein entsprechender Vormischbrenner zur Durchführung des Verfahrens angegeben werden. Erfindungsgemäss wird das dadurch erreicht, dass

zumindest ein Flüssigbrennstoff (2) in einem Vollstrahl (26, 26'), mit einem Einspritzwinkel α von kleiner als 10° in den Innenraum (9) des Vormischbrenners (4) eingedüst wird. Dazu besitzt die Flüssigbrennstoffdüse (17) eine einfache Einspritzöffnung (19) mit einer Führungslänge (l) sowie mit einem Durchmesser (d).



EP 0 911 583 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen entsprechenden Vormischbrenner zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Für stationäre Gasturbinen in Kraftwerken haben sich seit längerem Brennkammern mit als sogenannte Doppelkegelbrenner ausgebildeten Vormischbrennern bewährt, bei denen der Brennstoff von aussen durch einsteckbare Brennstofflanzen zugeführt wird. Die Lanze ist dabei meist als Zwei-Brennstoff-Lanze ausgelegt, d.h. es kann wahlweise gasförmiger Brennstoff, z.B. Pilotgas, und/oder flüssiger Brennstoff, beispielsweise eine Öl-Wasser-Mischung, zugeführt werden. Dazu sind in der Lanze ein Flüssigbrennstoffrohr, ein Zerstäuberluftrohr und ein Pilotgasrohr konzentrisch angeordnet. Die Rohre bilden jeweils einen Kanal für den Flüssigbrennstoff, die Zerstäuberluft und das Pilotgas, welche am Lanzenkopf in einer zentralen Brennstoffdüse enden. Die Brennstofflanze steckt mit ihrem Lanzenkopf in einem entsprechenden Innenrohr des Doppelkegelbrenners, so dass der austretende Brennstoff mittig in den an das Innenrohr anschliessenden Brennerinnenraum gelangt (s. DE 43 06 956 A1).

[0003] Aus dem EP 03 21 809 B1 ist ebenfalls ein Doppelkegelbrenner bekannt, der für den Einsatz in einer mit einer Gasturbine verbundenen Brennkammer vorgesehen ist. Dieser Brenner besteht aus zwei hohlen, sich zum Doppelkegelbrenner ergänzenden Teilkörpern, die radial versetzt zueinander angeordnet sind. Er besitzt einen sich in Strömungsrichtung vergrössernden, hohlkegelförmigen Innenraum mit tangentialen Lufteintrittschlitzen. Die Brennstoffversorgung des Doppelkegelbrenners erfolgt von aussen über die Brennstofflanze, welche in die zentrale Flüssigbrennstoffdüse mündet. Letztere bildet im Brennerinnenraum einen hohlkegelförmigen, aus Flüssigbrennstoff und Luft bestehenden Brennstoffspray aus, bei dem die meisten Brennstoff-Tröpfchen am äusseren Ende des konischen Spraymusters konzentriert sind.

[0004] Wegen des grossen Einspritzwinkels von ca. 30° und dem Fehlen eines axialen Impulses im Zentrum, sind diese Sprays sehr anfällig auf Zentrifugalkräfte, die durch die Wirbelströmung im Brennerinneren erzeugt werden. Dadurch werden die Brennstoff-Tröpfchen relativ schnell zentrifugal nach aussen getragen, was bei bestimmten Betriebsbedingungen den Aufprall einer nicht unbedeutenden Menge des Flüssigbrennstoffs an den Brennerinnenwänden zur Folge haben kann.

[0005] Zur Zerstäubung von flüssigen Brennstoffen werden unter anderem auch sogenannte Vollstrahler-

stäuber eingesetzt, die einen kegelförmigen Vollstrahl gleichmässig verteilter Brennstoff-Tröpfchen erzeugen. Eine solche Lösung ist aus dem Lehrbuch "Atomization and sprays", von A. Lefebvre, West Lafayette, Indiana 1989, S. 106/107, 238-241 bekannt. Bei dieser Zerstäuberdüse wird der flüssige Brennstoff aus einer Vorkammer durch eine kleine, kreisförmige Einspritzöffnung bestimmter Führungslänge unter hohem Druck ausgestossen. Dadurch erzeugt der Vollstrahlerstäuber einen Brennstoffstrahl mit einem Einspritzwinkel von etwa 5° bis 15°.

[0006] Wegen dieses geringen Einspritzwinkels und der damit verbundenen, erst weiter stromab erfolgenden Zerstäubung werden solche Vollstrahlerstäuber in mit Vormischbrennern ausgestatteten Brennkammern von Gasturbinenanlagen jedoch nicht eingesetzt, weil dort eine schnelle Zerstäubung des flüssigen Brennstoffs erreicht werden soll. Zudem ist der beschriebene Vollstrahlerstäuber für viele Verbrennungsanwendungen nicht sehr geeignet, weil er dazu tendiert, die Brennstofftropfen in einem kleinen Gebiet unmittelbar stromab der Düse zu konzentrieren. Insbesondere unter den ungünstigen Bedingungen eines geringen Luft/Brennstoffverhältnisses und bei niedriger Luftgeschwindigkeit kann keine ausreichende Zerstäubung erzielt werden.

Darstellung der Erfindung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners zu schaffen, welches bei bestimmten Betriebsarten eine verbesserte Funktionssicherheit und Funktionsweise aufweist. Zudem soll ein entsprechender Vormischbrenner zur Durchführung des Verfahrens angegeben werden.

[0008] Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass bei einem Verfahren zum Betrieb eines gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgebildeten Vormischbrenners, zumindest ein Flüssigbrennstoff in einem Vollstrahl und mit einem Einspritzwinkel α von kleiner als 10° in den Innenraum des Vormischbrenners eingedüst wird.

[0009] Dazu ist die Flüssigbrennstoffdüse mit einer einfachen Einspritzöffnung versehen, welche eine Führungslänge l sowie einen Durchmesser d aufweist. Der durch die Einspritzöffnung axial in den Innenraum des Vormischbrenners eingedüste Flüssigbrennstoff bildet durch den Einfluss der Öffnung einen Vollstrahl aus, dessen Einspritzwinkel geringer als 10° und damit relativ klein ist. Dabei wirken der Brennstoffstrahl und die Verbrennungsluftströmung im Inneren des Vormischbrenners zusammen. Vor allem durch die Scherkräfte zwischen dem Brennstoffstrahl und der verwirbelten Verbrennungsluft, wird im stromabwärtigen Bereich des Vormischbrenners eine gute Zerstäubung erzielt, in deren Ergebnis zur Verbrennung geeignete, feine Tröpfchen erzeugt werden. Aufgrund des geringen Einspritz-

winkels und der Konzentration des Axialimpulses des eingedüsten Brennstoffs in der Brennerachse, wird der Einfluss der Drallströmung auf die Brennstofftröpfchen signifikant reduziert. Letztere werden durch die Zentrifugalkraft vom Zentrum weggetragen sowie grösstenteils mit der Verbrennungsluft vermischt. Zudem erfolgt eine Verdampfung der Brennstofftröpfchen bevor diese die Brennerwände erreichen. Auf diese Weise kann der Vollstrahl den Vormischbrenner weitgehend durchdringen, ohne dass die Brennstofftröpfchen die Brennerwände benetzen. Trotz deutlich schlechterer Zerstäubungsqualität als bei herkömmlichen Flüssigbrennstoffdüsen, findet eine ausreichende Zerstäubung statt, wobei kein signifikanter Anstieg der Schadstoffemissionen zu verzeichnen ist.

[0010] Die verwendete Flüssigbrennstoffdüse ist besonders einfach, robust und zuverlässig, was nicht zuletzt auch zur Kostenreduktion beiträgt. Ihre wichtigsten Parameter sind der Durchmesser d , die Führungslänge l und die Form der Einspritzöffnung. Ebenfalls entscheidend für die Zerstäubung ist der Turbulenzgrad der Brennstoffströmung, welcher hauptsächlich durch die Bedingungen stromauf der Einspritzöffnung und durch die bereits genannte, axiale Führungslänge definiert ist.

[0011] Besonders vorteilhaft weist die Einspritzöffnung ein Verhältnis der Führungslänge zum Durchmesser von $4 \leq l/d \leq 6$ auf. Im bereits oben zitierten Lehrbuch "Atomization and sprays", von A. Lefebvre, West Lafayette, Indiana 1989, S. 155-161, insbesondere in Fig. 5.4., wird anhand von Versuchsergebnissen dargestellt, welchen Einfluss das Verhältnis der Führungslänge zum Durchmesser der Einspritzöffnung auf den Eindüskoeffizienten, d.h. auf das Verhältnis der aktuellen zur theoretischen Durchflussrate durch die Einspritzöffnung, besitzt. Dabei wurden Quotienten l/d bis zu 10 untersucht und festgestellt, dass der grösste Eindüskoeffizient bei einem Quotienten l/d von ca. 2 erreicht wird. Im Gegensatz zu dieser Lehrmeinung wurde der erfindungsgemässe Vormischbrenner mit einer Flüssigbrennstoffdüse ausgestattet, deren Einspritzöffnung ein Verhältnis von der Führungslänge zum Durchmesser mit $4 \leq l/d \leq 6$ aufweist und damit einen Eindüskoeffizient zur Folge hat, welcher deutlich unterhalb des Maximums liegt. Trotzdem konnte beim Einsatz einer derart ausgebildeten Flüssigbrennstoffdüse in einem Vormischbrenner ein kompakter Flüssigbrennstoffspray mit dem gewünschten Einspritzwinkel und dem erforderlichen Impuls erreicht werden.

[0012] Wegen dieses kompakten Flüssigbrennstoffsprays ist bei einer solchen Zerstäuberdüse bzw. einem entsprechend ausgestatteten Vormischbrenner am Brennerkopf noch kein vollständig aufbereitetes Brenngemisch vorhanden. Daher wird ein pulsationsfreier Betrieb über einen grossen Lastbereich und auch bei unterschiedlicher Wassermenge erreicht. Zudem trifft der kompakte Flüssigbrennstoffspray nicht auf die Brennerwände auf, so dass eine Überhitzung des Vormisch-

brenners und der Brennkammer ebenso verhindert werden kann, wie eine Verkokung innerhalb des Vormischbrenners. Ein weiterer, auf den sich ausschliesslich innerhalb der Verbrennungsluftströmung befindlichen Flüssigbrennstoffspray zurückzuführender Vorteil ist die gute Zündung und Teillastfähigkeit ohne zusätzliche Injektionsstufe. Dadurch sind sowohl die Brennstofflanze als auch das Fahrkonzept der gesamten Brennkammer einfacher und kostengünstiger. Schliesslich ist auch die Nachrüstung bestehender Vormischbrenner mit minimalen Kosten möglich.

[0013] Besonders vorteilhaft wird ausserhalb sowie konzentrisch zum Flüssigbrennstoff ein Schirmluftstrom mit einer geringen Masse in den Innenraum des Vormischbrenners eingeführt. Dazu besteht die Brennstofflanze aus einem zentralen Flüssigbrennstoffrohr, welches koaxial von einem Luftrohr umgeben ist. Weil der flüssige Vollstrahl bei diesem Verfahren bzw. durch die entsprechenden Vorrichtung von einem Luftstrom umgeben ist, bleibt der Flüssigbrennstoffspray auch bei kleinem Massenstrom im Zentrum des Brennerinnenraums. Damit wird die Stabilität des Flüssigbrennstoffs insbesondere bei niedrigen Flüssigkeitsdurchflussraten, d.h. bei der Zündung und bei Teillast der Gasturbine verbessert, wobei sowohl eine verbesserte Zündleistung und eine höhere Teillastverbrennungsleistung erreicht werden. Bei grossen Flüssigkeitsdurchflussraten dominiert dagegen der Flüssigkeitsstrom. Ausserdem werden die Einspritzöffnung und der Bereich des Brennerkopfes durch die Luftströmung gegen Brennstoffablagerungen und folglich gegen Verkokung geschützt.

[0014] Es ist besonders zweckmässig, wenn der Schirmluftstrom mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 60 m/s und mit einer Masse von 0,1 bis 2,0 % des Gesamtluftmassenstroms in den Innenraum des Vormischbrenners eingedüst wird.

[0015] Im Gegensatz zu den bekannten Lösungen des Standes der Technik dient dieser Schirmluftstrom nicht zur Zerstäubung des Flüssigbrennstoffs, wozu etwa 5 bis 10% des gesamten Luftmassenstroms erforderlich wären. Vielmehr wird diese kleine Menge axial eingedüster Luft zur Steuerung der Aerodynamik im Bereich nahe der Einspritzöffnung, d.h. zur Verbesserung der Strömungsverhältnisse des Vormischbrenners genutzt. Die Luft verhindert einerseits das ansonsten vom Querschnittsprung stromab der Einspritzöffnung hervorgerufene Ansaugen des Flüssigkeitsstrahls an die Innenwand des Vormischbrenners und andererseits eine zu hohe lokale Drallzahl. Zudem erhöht der Luftstrom die axiale Durchdringung des aus der Flüssigbrennstoffdüse austretenden Flüssigkeits-Vollstrahls. Daher ist letzterer stabiler gegenüber dem Brennerwirbel bzw. dessen Zentrifugalkräften, was die Neigung der Brennstofftröpfchen, auf die Innenwand des Vormischbrenners aufzutreffen, weiter verringert. Bei Verwendung von Pilotgas können auch dessen Zuführschlitze/-öffnungen mittels des Schirmluftstroms

vor Verkokung geschützt werden.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltungsform der Erfindung wird der sich im Innenraum des Vormischbrenners, in Strömungsrichtung ausbreitende Vollstrahl von einem tangential in den Brenner einströmenden, rotierenden Verbrennungsluftstrom umschlossen. Die Zündung des sich einstellenden Verbrennungsgemisches findet im Bereich der Brennermündung statt, wobei die Flamme in diesem Bereich durch eine Rückströmzone stabilisiert wird. Dazu besteht der Vormischbrenner aus zumindest zwei hohlen, radial versetzt zueinander angeordneten Teilkegelkörpern, mit einem sich in Strömungsrichtung vergrößernden, hohlkegelförmigen Innenraum.

[0017] Der Brenner weist tangentiale Lufteintrittsschlitze auf und die Flüssigbrennstoffdüse ist mit einer der Brennstoffversorgung dienenden Brennstofflanze verbunden.

[0018] Insbesondere liefert dieses Verfahren eine Form von Flüssigkeitsspray mit einem kleinen Einspritzwinkel, welcher mit dem kleinen Öffnungswinkel des Vormischbrenners optimal zusammenwirkt. Dadurch sind ideale Voraussetzungen für die Verbrennung von Flüssigbrennstoff mittels eines derart ausgebildeten Vormischbrenners geschaffen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0019] In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand eines in der Brennkammer einer Gasturbinenanlage eingesetzten Vormischbrenners mit einer erfindungsgemässen Flüssigbrennstoffdüse dargestellt.

[0020] Es zeigen:

- Fig. 1 einen Längsschnitt des Vormischbrenners;
- Fig. 2 einen Schnitt durch den Vormischbrenner entlang der Pfeile II-II in Fig. 1;
- Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt der Fig. 1, im Bereich der Flüssigbrennstoffdüse
- Fig. 4 die mit einer Flüssigbrennstoffdüse ausgestattete Brennstofflanze, in einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 5 einen Längsschnitt des Vormischbrenners, mit der entsprechend Fig. 4 ausgebildeten Flüssigbrennstoffdüse.

[0021] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind von der Gasturbinenanlage beispielsweise der Verdichter und die Gasturbine. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0022] Die nicht dargestellte Gasturbinenanlage besteht aus einem Verdichter, einer Gasturbine und einer Brennkammer 1. In der Brennkammer 1 sind meh-

rere sowohl zum Betrieb mit Flüssigbrennstoff 2 als auch mit gasförmigem Brennstoff 3 geeignete und als Doppelkegelbrenner ausgebildete Vormischbrenner 4 angeordnet. Die Doppelkegelbrenner 4 bestehen jeweils aus zwei halben, hohlen Teilkegelkörpern 5, 6 mit je einer Innenwand 7, 8. Beide Innenwände 7, 8 schliessen einen sich in Strömungsrichtung vergrößernden, hohlkegelförmigen Innenraum 9 ein (Fig. 1). Die Teilkegelkörper 5, 6 besitzen jeweils eine versetzt zur anderen angeordnete Mittelachse 10, 11. Dadurch liegen sie radial versetzt zueinander, aufeinander und bilden beidseitig des Doppelkegelbrenners 4 einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 12, 13 aus, durch welchen Verbrennungsluft 14 in den Innenraum 9 einströmt (Fig. 2). Beide Teilkegelkörper 5, 6 haben je einen zylindrischen Anfangsteil 15, 16. Die Anfangsteile 15, 16 sind analog den Teilkegelkörpern 5, 6 versetzt zueinander angeordnet. In die Anfangsteile 15, 16 und in den Innenraum 9 hineinragend ist ein als zentrale Flüssigbrennstoffdüse 17 ausgebildetes Endstück einer der Brennstoffversorgung des Doppelkegelbrenners 4 dienenden Brennstofflanze 18 angeordnet (Fig. 1). Die Flüssigbrennstoffdüse 17 besitzt eine einfache, kreisrunde Einspritzöffnung 19 (Fig. 2). Diese Einspritzöffnung 19 weist einen Durchmesser d und eine Führungslänge l auf, wobei der Quotient aus der Führungslänge l und dem Durchmesser d gleich 4 ist (Fig. 3).

[0023] Natürlich kann die Einspritzöffnung 19 entsprechend den konkreten Einsatzbedingungen des Doppelkegelbrenners 4 auch eine andere geeignete Form und der genannte Quotient aus Führungslänge und Durchmesser einen Betrag bis zu 6 haben. Selbstverständlich kann der Doppelkegelbrenner 4 rein kegelig, d.h. ohne die zylindrischen Anfangsteile 15, 16 ausgebildet werden (nicht dargestellt).

[0024] Beide Teilkegelkörper weisen jeweils eine mit Öffnungen 20 versehene Brennstoffleitung 21, 22 auf, welche am Ende der tangentialen Lufteintrittsschlitze 12, 13 angebracht ist. Durch die Brennstoffleitungen 21, 22 wird der gasförmige Brennstoff 3 zugeführt und über die Öffnungen 20 in die tangentialen Lufteintrittsschlitze 12, 13 eingeleitet. Dort findet eine Vermischung des gasförmigen Brennstoffs 3 mit der von aussen zuströmender Verbrennungsluft 14 statt. Brennkammerseitig 1 besitzt der Doppelkegelbrenner 4 eine kragenförmige, als Verankerung für die Teilkegelkörper 5, 6 dienende Abschlussplatte 23 mit einer Anzahl Bohrungen 24 (Fig. 1). Wenn erforderlich kann der Brennkammer 1 durch diese Bohrungen 24 Kühlluft 25 zugeführt werden.

[0025] Der Doppelkegelbrenner 4 wird über die Brennstofflanze 18 mit als Flüssigbrennstoff 2 eingesetztem Brennöl versorgt. Dabei wird das Brennöl 2 durch die zentrale Einspritzöffnung 19 der Flüssigbrennstoffdüse 17 mit einem Einspritzwinkel α kleiner als 10° in den Innenraum 9 eingedüst. Aufgrund dieses engen Einspritzwinkels entsteht im Innenraum 9 des Doppelkegelbrenners 4 ein zunächst sehr kompakter

Vollstrahl 26, der erst stromab öffnet und bei dem die Brennstofftröpfchen gleichmässig über den gesamten Querschnitt verteilt sind. Im Gegensatz zu dem im Stand der Technik bei Doppelkegelbrennern genutzten, hohlkegelförmigen Brennstoffspray weist ein solcher Vollstrahl 26 in seinem Zentrum jedoch ausreichend axiale Impulse auf, so dass die Brennstofftröpfchen nicht an die Innenwände 7, 8 der Teilkegelkörper 5, 6 getragen werden. Zudem kann diese Wirkung durch eine relativ hohe Eindüsgeschwindigkeit des Brennöls 2 von 20 bis 60 m/s noch verstärkt werden.

[0026] Der Vollstrahl 26 breitet sich im Innenraum 9 des Doppelkegelbrenners 4 in Strömungsrichtung gleichmässig aus und nimmt somit schliesslich eine kegelförmige Gestalt an. Dabei wird der Vollstrahl 26 von der durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze 12, 13 einströmenden, rotierenden Verbrennungsluft 14 umschlossen. Die Zündung des entstehenden Brennstoffgemisches erfolgt im Bereich der Brennermündung, wobei sich eine Flammenfront 27 ausbildet, die ihrerseits im Bereich der Brennermündung durch eine Rückströmzone 28 stabilisiert wird.

[0027] Weil die Zerstäubung des Brennöls 2 hauptsächlich von der Verbrennungsluft 14 realisiert wird, ist nicht die Eindüsgeschwindigkeit des Vollstrahls 26 sondern die Verbrennungsluft 14 entscheidend für die Zerstäubungsqualität und damit für die anschliessende Verbrennung. Auf diese Weise wird die erforderliche Flexibilität erreicht, um den Doppelkegelbrenner 4 bzw. die Brennkammer 1 bei allen Lastbedingungen, d.h. von der Zündung bis zur Vollast mit demselben Eindüskonzept zu betreiben.

[0028] Zudem kann natürlich über eine nicht dargestellte und mit der Brennstofflanze 18 verbundene Brennstoffpumpe auch der Impuls des Vollstrahls 26 so geregelt werden, dass die je nach dem verwendeten Vormischbrenner 4 und dem aktuellen Lastzustand der Brennkammer 1 erforderliche Eindringtiefe der Brennstofftropfen erreicht wird.

[0029] In einem zweiten Ausführungsbeispiel, mit einem analog ausgebildeten Doppelkegelbrenner 4, besteht die Brennstofflanze 18 aus einem zentralen Flüssigbrennstoffrohr 29, welches coaxial von einem Luftrohr 30 umgeben ist (Fig. 4). Beim Betrieb des Doppelkegelbrenners 4 wird daher gleichzeitig mit der Eindüsung des Brennöls 2, jedoch radial ausserhalb sowie konzentrisch zum Brennöl 2, ein Schirmluftstrom 31 in den Innenraum 9 des Doppelkegelbrenners 4 eingeführt. Die Eindüsung dieses Schirmluftstroms 31 erfolgt mit einer Geschwindigkeit von ca. 30 m/s und einer Masse von 0,1 bis 2,0 % des gesamten Luftmassenstroms des Doppelkegelbrenners 4. Auf diese Weise wird ein noch kompakterer Vollstrahl 26' erzeugt, welcher erst am Brennerende aufplatzt (Fig. 5). Gleichzeitig kühlt und schützt der durch das Luftrohr 30 in den Innenraum 9 des Doppelkegelbrenners 4 gelangende Schirmluftstrom 31 das Flüssigbrennstoffrohr 29. Alle weiteren Abläufe erfolgen im wesentlichen analog dem

ersten Ausführungsbeispiel.

Bezugszeichenliste

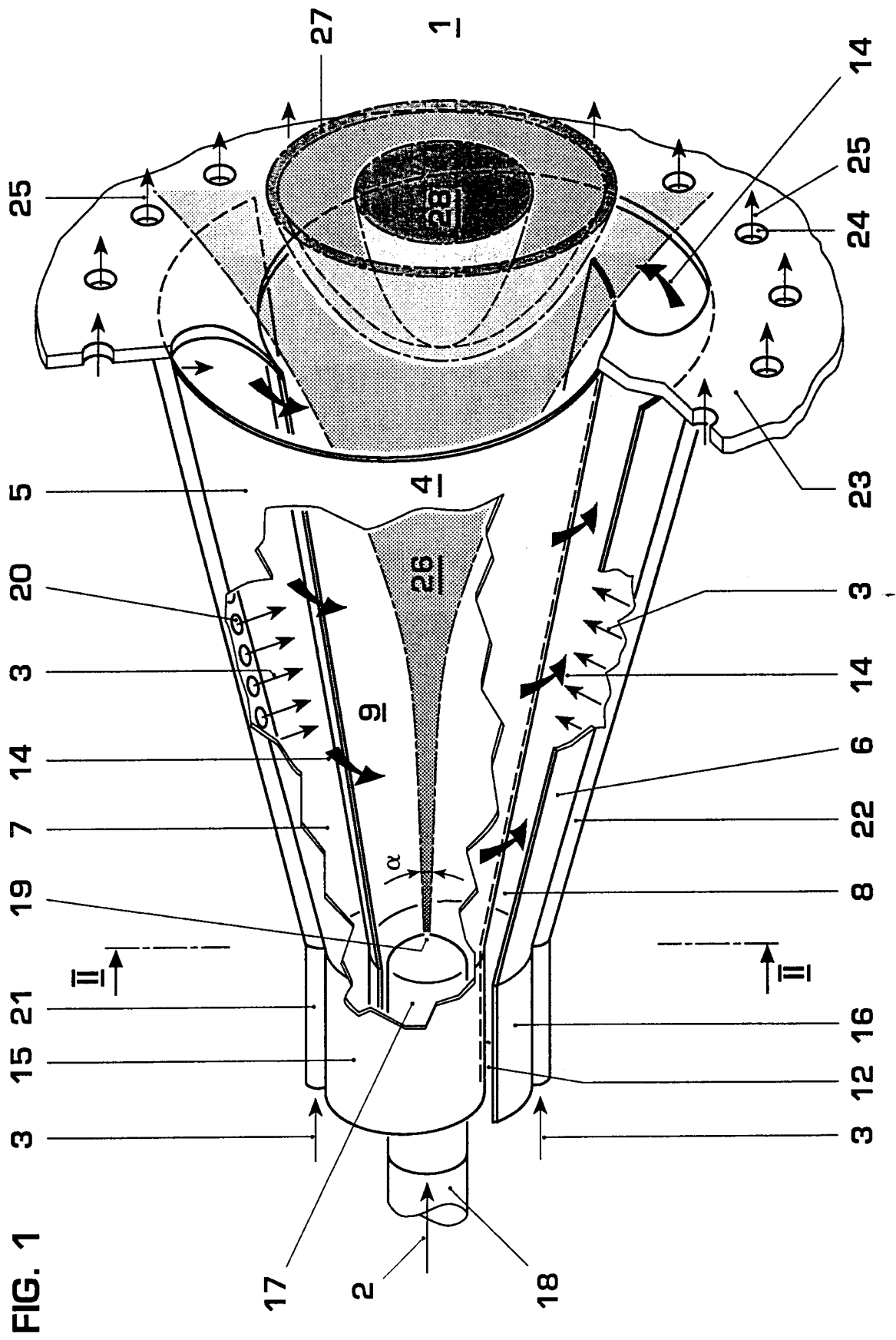
[0030]

1	Brennkammer
2	Flüssigbrennstoff, Brennöl
3	gasförmiger Brennstoff
4	Vormischbrenner, Doppelkegelbrenner
5	Teilkegelkörper
6	Teilkegelkörper
7	Innenwand, von 5
8	Innenwand, von 6
9	Innenraum
10	Mittelachse
11	Mittelachse
12	Lufteintrittsschlitz
13	Lufteintrittsschlitz
14	Verbrennungsluft, Verbrennungsluftstrom
15	Anfangsteil, zylindrisch
16	Anfangsteil, zylindrisch
17	Flüssigbrennstoffdüse
18	Brennstofflanze
19	Einspritzöffnung
20	Öffnung
21	Brennstoffleitung
22	Brennstoffleitung
23	Abschlussplatte
24	Bohrung
25	Kühlluft
26	Vollstrahl
27	Flammenfront
28	Rückströmzone
29	Flüssigbrennstoffrohr
30	Luftrohr
31	Schirmluftstrom
26'	Vollstrahl
α	Einspritzwinkel
d	Durchmesser
l	Führungslänge

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners mit einer zentral in einen Innenraum (9) des Vormischbrenners (4) mündenden Flüssigbrennstoffdüse (17), dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Flüssigbrennstoff (2) in einem Vollstrahl (26, 26'), mit einem Einspritzwinkel α von kleiner als 10° in den Innenraum (9) des Vormischbrenners (4) eingedüst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass radial ausserhalb sowie konzentrisch zu dem zumindest einen Flüssigbrennstoff (2), ein Schirmluftstrom (31) in den Innenraum (9) eingeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schirmluftstrom (31) mit einer geringen Masse in den Innenraum (9) eingeführt wird. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schirmluftstrom (31) ca. 0,1 bis 2,0 % des Gesamt-Luftmassenstroms des Vormischbrenners (4) beträgt. 10
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schirmluftstrom (31) mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 60 m/s in den Innenraum (9) eingeführt wird. 15
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der sich im Innenraum (9) des Vormischbrenners (4) in Strömungsrichtung ausbreitende Vollstrahl (26, 26') von einem tangential in den Vormischbrenner (4) einströmenden, rotierenden Verbrennungsluftstrom (14) umschlossen wird, die Zündung des Gemisches im Bereich der Brennermündung stattfindet und die Flammenfront (27) in diesem Bereich durch eine Rückströmzone (28) stabilisiert wird. 20 25
7. Vormischbrenner zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigbrennstoffdüse (17) eine einfache, mit einer Führungslänge (l) sowie mit einem Durchmesser (d) ausgebildete Einspritzöffnung (19) besitzt. 30
8. Vormischbrenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzöffnung (19) ein Verhältnis Führungslänge (l) zu Durchmesser (d) von $4 \leq l/d \leq 6$ aufweist. 35
9. Vormischbrenner nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Vormischbrenner (4) aus zumindest zwei hohlen, radial versetzt zueinander angeordneten Teilkegelkörpern (5, 6), mit einem sich in Strömungsrichtung vergrößernden, hohlkegelförmigen Innenraum (9) besteht, tangentiale Lufteintrittschlitze (12, 13) aufweist und die Flüssigbrennstoffdüse (17) mit einer der Brennstoffversorgung dienenden Brennstofflanze (18) verbunden ist. 40 45
10. Vormischbrenner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstofflanze (18) aus einem zentralen Flüssigbrennstoffrohr (29) besteht, welches coaxial von einem Luftrohr (30) umgeben ist. 50 55



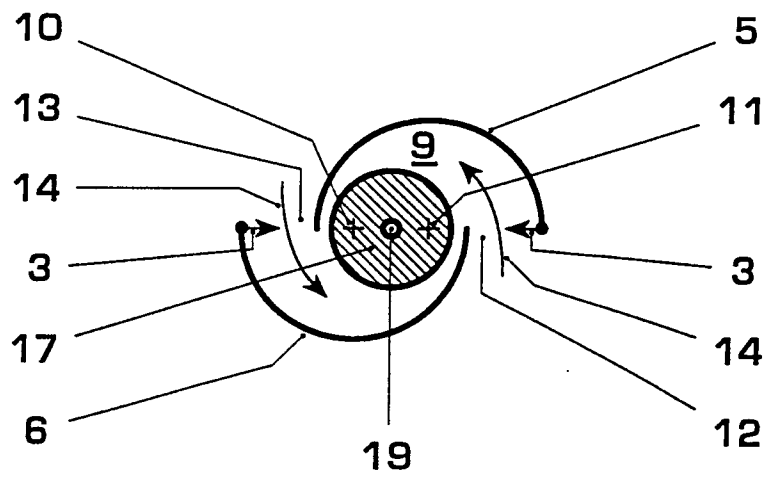
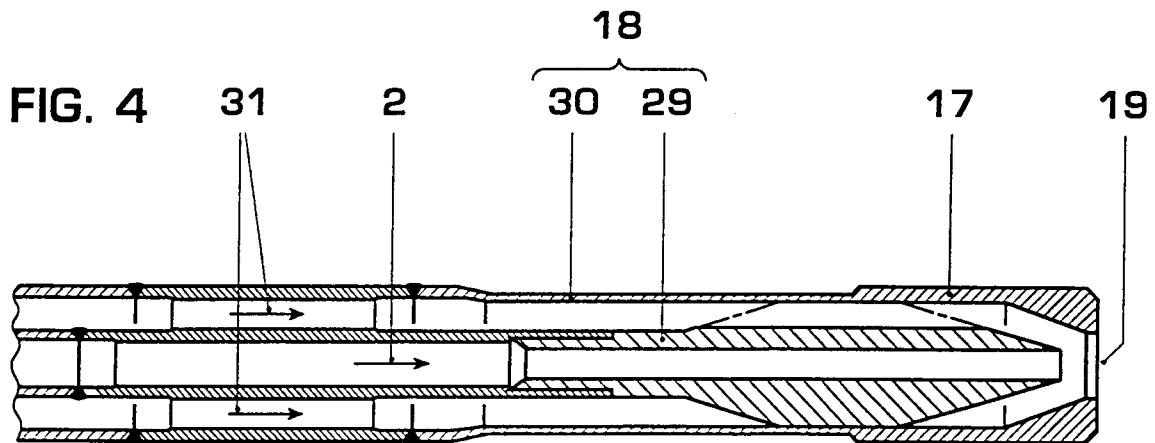
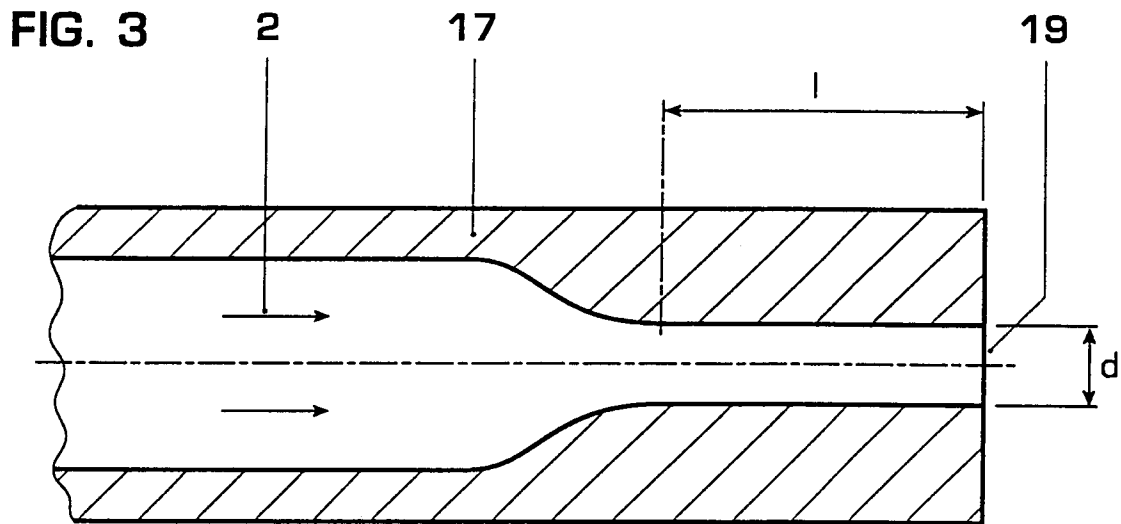
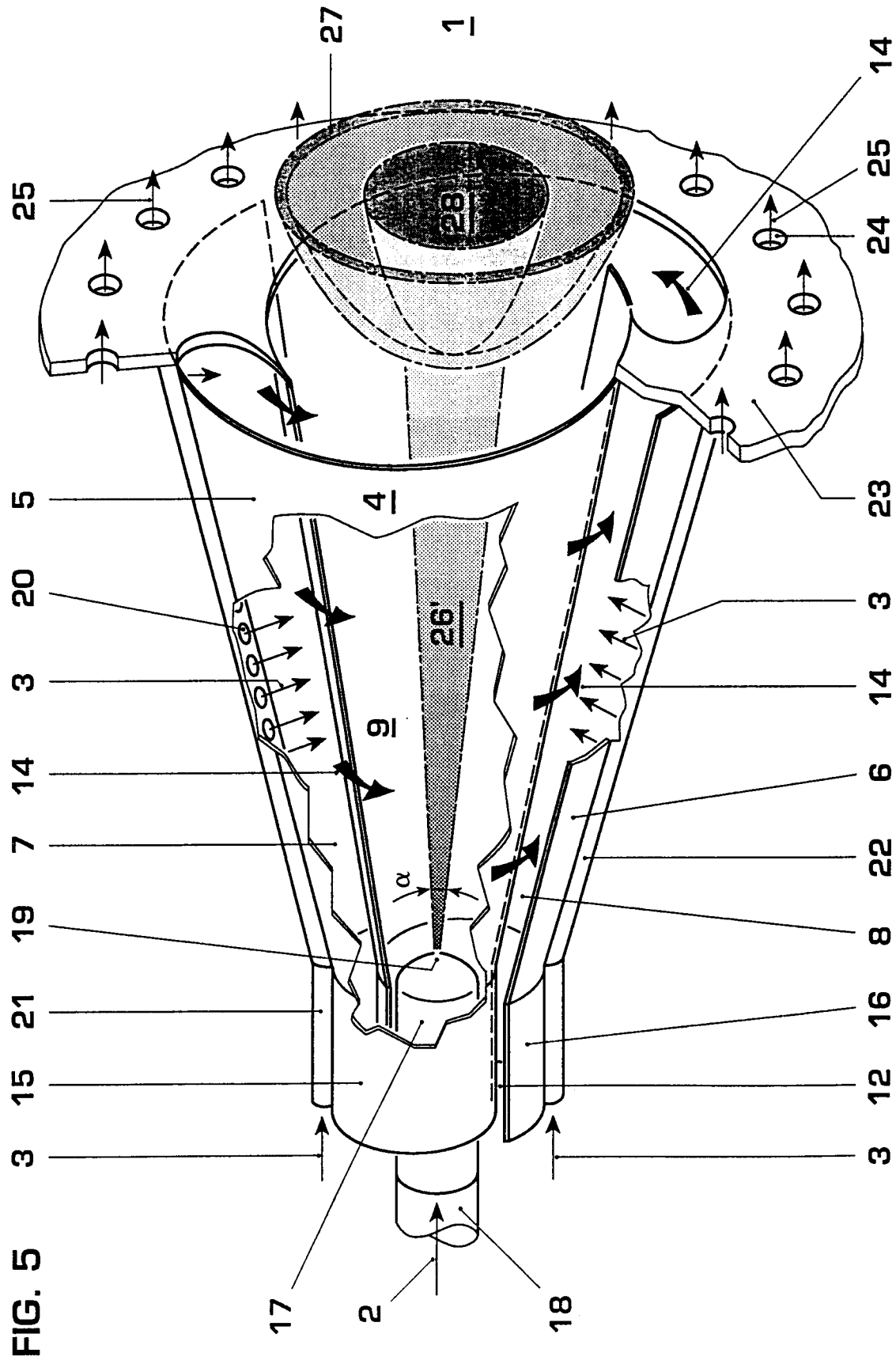


FIG. 2







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 81 0800

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 794 383 A (ABB RESEARCH LTD) * Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 43 * * Spalte 10, Zeile 56 - Spalte 12, Zeile 1 * * Abbildungen 16,17 * ---	1,2,6,9	F23D11/24 F23D11/38 F23D11/40 F23C7/00
A	US 4 389 848 A (MARKOWSKI) * Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 11; Abbildung 1 * ---	1,7	
A	EP 0 687 858 A (PRAXAIR TECHNOLOGY) * Zusammenfassung * * Spalte 4, Zeile 30 - Spalte 5, Zeile 3 * * Spalte 5, Zeile 27 - Spalte 6, Zeile 53 * * Abbildungen 1,2 * ---	1,7	
A	US 4 164 540 A (SLAGEL) * Spalte 2, Zeile 12 - Spalte 2, Zeile 28; Abbildung 2 * ---	1,7	
A	US 4 850 195 A (OHKUBO) * Spalte 9, Zeile 37 - Spalte 10, Zeile 33; Abbildungen 12-15 * ---	1,7	F23D F23C
A	US 5 269 495 A (DÖBBELING) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * ---	1	
A	DE 19 66 995 A (DEUTSCHE GOLD- UND SILBER-SCHNEIDANSTALT) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	27.März 1998	Phoa, Y	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)