

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


Anmeldenummer: 83110824.6


Int. Cl.³: F 23 R 3/28


Anmeldetag: 28.10.83


Priorität: 08.11.82 DE 3241162


Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 16.05.84 Patentblatt 84/20


Benannte Vertragsstaaten:
 CH DE FR GB LI SE


Anmelder: KRAFTWERK UNION
 AKTIENGESELLSCHAFT
 Wiesenstrasse 35
 D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)


Erfinder: Krockow, Wolfram, Dipl.-Ing.
 Am Kreuz 31
 D-4000 Düsseldorf 31(DE)


Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al,
 Postfach 22 01 76
 D-8000 München 22(DE)


Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner.


 Durch die Integration eines Diffusionsbrenners in einem Vormischbrenner entsteht ein Hybridbrenner (1), wobei der Vormischbrenner eine am stromabwärtigen Ende durch einen Flammenhalter (11) begrenzte Vormischkammer (100) besitzt, in welche eine Haupt-Brennstoffdüse (13) einmündet und wobei der Diffusionsbrenner eine im zentralen Bereich des Flammenhalters (11) angeordnete Pilot-Brennstoffdüse (15) besitzt. Die gesamte Zufuhr der Verbrennungsluft (VL) für den Vormischbrenner und den Diffusionsbrenner erfolgt ausschließlich über eine in die Vormischkammer (100) einmündende Zufuhreinrichtung vorzugsweise eine Dralleinrichtung (12). Eine Brennstoffregaleinrichtung (BRE) regelt die Brennstoffzufuhr derart, daß sich beim Anfahren ein reiner Diffusionsbrenner-Betrieb, danach ein Hybrid-Betrieb von Diffusionsbrenner und Vormischbrenner und im oberen Lastbereich ein reiner Vormischbrenner-Betrieb einstellt. Dadurch kann insbesondere auch im oberen Lastbereich eine geringe NO_x-Emission erreicht werden.

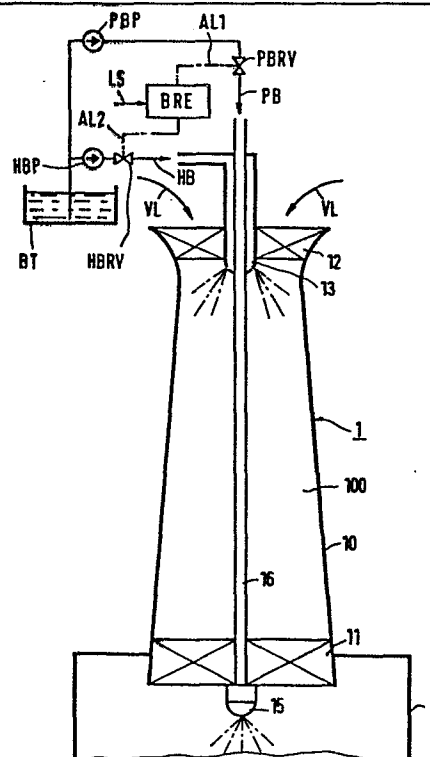


FIG1

KRAFTWERK UNION AKTIENGESellschaft
Mülheim a. d. Ruhr

Unser Zeichen
VPA 82 P 6269 E

Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner

5

Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner für Gasturbinenbrennkammern nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

- 10 Bei der Verbrennung gasförmiger oder flüssiger Brennstoffe in Gasturbinenbrennkammern entstehen als Schadstoffe im Abgas u. a. die Stickstoffoxide NO und NO₂, die zusammengefaßt als NO_x bezeichnet werden. Der NO_x-Gehalt im Abgas ist möglichst gering zu halten, wobei beispielsweise in den USA aufgrund von Umweltschutzvorschriften
- 15 ein Grenzwert von 75 ppm bei 15 Vol.-% O₂ nicht überschritten werden darf. Die Einhaltung dieser Vorschriften bereitet insbesondere dann große Schwierigkeiten, wenn in den Gasturbinenbrennkammern konventionelle Diffusions-
- 20 brenner eingesetzt werden. Bei derartigen Diffusionsbrennern wird der Brennstoff über eine Brennstoffdüse direkt in die Verbrennungszone eingebracht und dort mit der Verbrennungsluft vermischt, wobei die Verbrennung durch turbulente Diffusionsvorgänge zwischen dem Brennstoff, der Verbrennungsluft und den Abgasprodukten ge-
- 25 steuert wird. Da durch örtlich unterschiedliche Mischungsverhältnisse von Brennstoff und Verbrennungsluft bei der Verbrennung starke Temperaturunterschiede mit hohen Temperaturspitzen entstehen, ergibt sich ein relativ
- 30 hoher NO_x-Gehalt im Abgas.

Aus der DE-OS 29 50 535 ist es auch bekannt, für Gasturbinenbrennkammern sogenannte Vormischbrenner einzusetzen, in deren Vormischkammern das Vormischen und Vorverdampfen

35 des durch Brennstoffdüsen zugeführten flüssigen Brennstoffes und/oder das Vormischen des durch Brennstoffdüsen zugeführten gasförmigen Brennstoffes mit der Verbrennungsluft bei großer Luftüberschußzahl abläuft. Durch das Vor-

- mischen werden bei der Verbrennung also örtlich unterschiedliche Mischungsverhältnisse von Brennstoff und Verbrennungsluft vermieden. Andererseits besitzen derartige Vormischbrenner einen wesentlich geringeren Arbeitsbereich als die konventionellen Diffusionsbrenner, d. h. die Mischungsverhältnisse von Brennstoff und Verbrennungsluft müssen in relativ engen Grenzen gehalten werden. Ist der Brennstoffanteil zu hoch, so wird zu viel NO_x gebildet und ist zu wenig Brennstoff vorhanden, so erlischt die Verbrennung. Die Brennstoffleitungen der einzelnen Vormischbrenner werden daher mit Ventilen ausgerüstet, so daß in Abhängigkeit von der Last der Gasturbine jeweils nur so viele Vormischbrenner mit Brennstoff versorgt werden, für deren Betrieb die engen Grenzen der Mischungsverhältnisse eingehalten werden können. Außerdem sind zusätzlich noch einige konventionelle Diffusionsbrenner vorgesehen, die nur zum Anfahren der Gasturbine dienen und danach wieder abgeschaltet werden.
- Aus der DE-OS 26 13 589 sind auch bereits Hybridbrenner für Gasturbinenbrennkammern bekannt, welche aus Vormischbrennern mit integrierten Diffusionsbrennern bestehen. Der Vormischbrenner besitzt eine am stromabwärtigen Ende durch einen Flammenhalter begrenzte Vormischkammer, in welche eine Haupt-Brennstoffdüse und eine Zufuhreinrichtung für Verbrennungsluft einmünden. Der Diffusionsbrenner besitzt eine im zentralen Bereich des Flammenhalters angeordnete Pilot-Brennstoffdüse, wobei die Verbrennungsluft für den Betrieb des Diffusionsbrenners zum Teil durch die Vormischkammer des Vormischbrenners und zum Teil durch im Flammrohr der Gasturbinenbrennkammer angeordnete Löcher zugeführt wird. Zusätzlich ist eine Brennstoffregelvorrichtung vorgesehen, welche die Gesamtmenge und die Teilmengen des der Haupt-Brennstoffdüse und der Pilot-Brennstoffdüse zugeführten Brennstoffes in Abhängigkeit von der Last der Gasturbine derart regelt, daß bis zum Erreichen der Leerlaufdrehzahl oder einer gerin-

gen Teillast ausschließlich der Diffusionsbrenner betreibbar ist und danach der Diffusionsbrenner und der Vormischbrenner gemeinsam betreibbar sind. Derartige Hybridbrenner haben also den Vorteil, daß bei raumsparender kompakter Bauweise als Diffusionsbrenner ausgebildete separate Anfahrerbrenner entfallen können. Außerdem stützt die Flamme des Diffusionsbrenners die Verbrennung des in der Vormischkammer erzeugten Gemisches aus Brennstoff und Verbrennungsluft, d. h. die Flamme des Vormischbrenners kann auch noch bei im Hinblick auf eine geringe NO_x -Bildung extrem mageren Mischungsverhältnissen sicher zur Entzündung gebracht werden. Der Hybridbrenner kann also über einen weiten Lastbereich mit einem geringen NO_x -Gehalt im Abgas betrieben werden, wobei jedoch im oberen Lastbereich und insbesondere bei Grenzlast ein unerwünschter Anstieg der NO_x -Bildung zu verzeichnen ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner für Gasturbinenbrennkammern zu schaffen, welcher über den gesamten Lastbereich einen Betrieb mit geringer NO_x -Bildung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Einrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei einem im oberen Lastbereich alleinigen Betrieb des Vormischbrenners die NO_x -Bildung wesentlich verringert werden kann und daß der alleinige Betrieb des Vormischbrenners im oberen Lastbereich aber nur dann möglich ist, wenn die gesamte zur Verfügung stehende Verbrennungsluft ausschließlich über die Vormischkammer zugeführt wird.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist vorge-

sehen, daß die Brennstoffregleinrichtung ab Erreichen der Leerlaufdrehzahl oder einer geringen Teillast die Teilmenge des der Pilot-Brennstoffdüse zugeführten Brennstoffes mit zunehmender Last verringert. Die durch den Betrieb des Diffusionsbrenners verursachte NO_x -Bildung wird dann stärker verringert, als die durch den Betrieb des Vormischbrenners mit entsprechend vergrößerter Brennstoffmenge zusätzlich verursachte NO_x -Bildung, wobei die Stützung der Flamme des Vormischbrenners durch die Flamme des Diffusionsbrenners jedoch voll gewährleistet ist.

Die Brennstoffregleinrichtung kann auch weiteren Vormischbrennern mit integrierten Diffusionsbrennern zugeordnet sein, wodurch insbesondere der insgesamt für eine Gasturbinenbrennkammer an Ventilen erforderliche Aufwand wesentlich verringert werden kann.

Ein alternativer Betrieb mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff wird dadurch ermöglicht, daß der Vormischbrenner eine erste Haupt-Brennstoffdüse für gasförmigen Brennstoff und eine zweite Haupt-Brennstoffdüse für flüssigen Brennstoff besitzt. In entsprechender Weise kann dann auch der Diffusionsbrenner eine erste Pilot-Brennstoffdüse für gasförmigen Brennstoff und eine zweite Pilot-Brennstoffdüse für flüssigen Brennstoff besitzen.

Die Integration des Diffusionsbrenners in den Vormischbrenner kann mit besonders geringem Aufwand dadurch bewerkstelligt werden, daß die Brennstoffzuleitung zu der Pilot-Brennstoffdüse die Vormischkammer zentral und in axialer Richtung durchsetzt. Ist der Diffusionsbrenner mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff betreibbar, so ist in entsprechender Weise vorgesehen, daß die Brennstoffzuleitungen zu der ersten Pilot-Brennstoffdüse und der zweiten Pilot-Brennstoffdüse die Vormischkammer als konzentrische Rohre zentral und in axialer Richtung durchsetzen.

Ist auch der Vormischbrenner mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff betreibbar, so kann eine besonders kompakte Bauweise dadurch erzielt werden, daß die Brennstoffzuleitungen zu den beiden Haupt-Brennstoffdüsen und
5 den beiden Pilot-Brennstoffdüsen als konzentrische Rohre ausgebildet sind.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die in die Vormischkammer einmündende Zufuhreinrichtung für Verbrennungsluft als Dralleinrichtung ausgebildet. Hierdurch wird die intensive Vermischung von Verbrennungsluft und Brennstoff in der Vormischkammer weiter begünstigt. Die Dralleinrichtung kann dann auch gleichzeitig als Haupt-Brennstoffdüse ausgebildet sein, wobei
15 in als Hohlschaufeln ausgebildete Flügel jeweils mehrere Brennstoff-Injektionsbohrungen eingebracht sind.

Eine besonders intensive Zerstäubung und Vorverdampfung von flüssigem Brennstoff in der Verbrennungsluft kann auch
20 dadurch erreicht werden, daß die Vormischkammer eine venturiähnliche Kontur mit einem am stromaufwärtigen Ende konvergierenden Abschnitt und einem am stromabwärtigen Ende divergierenden Abschnitt besitzt.

25 Sind sowohl der Vormischbrenner als auch der Diffusionsbrenner mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff betreibbar, so können die Brennstoffzuleitungen, die Haupt-Brennstoffdüsen und die beiden Pilot-Brennstoffdüsen zu einem in axialer Richtung aus der Vormischkammer auszieh-
30 baren Bauteil zusammengefaßt sein. Hierdurch werden insbesondere die Montage, die Wartung und die Inspektion wesentlich vereinfacht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung
35 dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 einen Hybridbrenner, welcher aus einem Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner besteht,

Fig. 2 eine Gasturbinenbrennkammer mit mehreren Hybridbrennern,

Fig. 3 ein Diagramm, in welchem die Gesamtmenge und die Teilmengen des der Haupt-Brennstoffdüse und der Pilot-Brennstoffdüse zugeführten Brennstoffes in Abhängigkeit von der Last der Gasturbine dargestellt sind,

Fig. 4 ein Diagramm, in welchem der NO_x -Gehalt im Abgas über dem Äquivalenzverhältnis aufgetragen ist,

Fig. 5 einen Hybridbrenner, bei welchem sowohl der Vormischbrenner als auch der Diffusionsbrenner mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff betreibbar sind und

Fig. 6 einen Schnitt gemäß der Linie VI-VI der Fig. 5.

Fig. 1 zeigt in stark vereinfachter schematischer Darstellung einen Längsschnitt durch einen insgesamt mit 1 bezeichneten Hybridbrenner, welcher als Vormischbrenner und/oder Diffusionsbrenner betreibbar ist. Der Hybridbrenner 1 besitzt ein Brennergehäuse 10, welches an seinem einen stirnseitigen Ende einen Flammenhalter 11 und an seinem anderen stirnseitigen Ende eine Dralleinrichtung 12 trägt. Im zentralen Bereich der Dralleinrichtung 12 ist eine Haupt-Brennstoffdüse 13 angeordnet, während die Brennstoffzuleitung mit 14 bezeichnet ist. Im zentralen Bereich des Flammenhalters 11 ist eine Pilot-Brennstoffdüse 15 angeordnet, deren Brennstoffzuleitung 16 die Haupt-Brennstoffdüse 13 und das Brennergehäuse 10 zentral und in axialer Richtung durchsetzt.

Wird der Hybridbrenner 1 als Vormischbrenner betrieben, so gelangt der durch einen Pfeil HB angedeutete flüssige

Haupt-Brennstoff aus einem Brennstofftank BT über eine Haupt-Brennstoffpumpe HBP und ein Haupt-Brennstoffregelventil HBRV in die Brennstoffzuleitung 14 der Haupt-Brennstoffdüse 13. Aus der Haupt-Brennstoffdüse 13 wird der

5 Haupt-Brennstoff HB dann in fein verteilter Form in eine Vormischkammer 100 eingespritzt, welche durch das Brennergehäuse 10, den Flammenhalter 11 und die Dralleinrichtung 12 begrenzt ist. In dieser Vormischkammer 100 wird der Haupt-Brennstoff HB verdampft und mit der über die Dralleinrichtung 12 zugeführten Verbrennungsluft VL vermischt, wobei diese Vermischung und die Vorverdampfung durch die venturiähnliche Kontur des Brennergehäuses 10 begünstigt wird. Die Verbrennung des in der Vormischkammer 100 gebildeten homogenen Gemisches aus Haupt-Brennstoff HB
10 und Verbrennungsluft VL erfolgt dann erst in dem Flammrohr F einer sonst nicht näher dargestellten Gasturbinenbrennkammer, wobei der Flammenhalter 11 zur Stabilisierung der Flamme dient, aber trotzdem ein Rückschlagen der Flamme in die Vormischkammer 100 verhindert.

20

Wird der Hybridbrenner 1 als Diffusionsbrenner betrieben, so gelangt der durch einen Pfeil PB angedeutete Pilot-Brennstoff aus dem Brennstofftank BT über eine Pilot-Brennstoffpumpe PBP und ein Pilot-Brennstoffregelventil PBRV in
25 die Brennstoffzuleitung 16 der Pilot-Brennstoffdüse 15.

Aus der Pilot-Brennstoffdüse 15 wird der Pilot-Brennstoff PB dann in fein verteilter Form unmittelbar in die Verbrennungszone des Flammrohres F eingespritzt und dort mit der ausschließlich über die Dralleinrichtung 12, die Vormischkammer 100 und den Flammenhalter 11 zugeführte Verbrennungsluft VL vermischt, wobei die Verbrennung durch
30 turbulente Diffusionsvorgänge zwischen dem Pilot-Brennstoff PB, der Verbrennungsluft VL und den Abgasprodukten gesteuert wird.

35

Beim Betrieb des Hybridbrenners 1 werden die Gesamtmenge des zugeführten Brennstoffes und die als Pilot-Brennstoff

PB bzw. als Haupt-Brennstoff HB zugeführten Teilmengen über eine Brennstoffregleinrichtung BRE in Abhängigkeit von der Last der Gasturbine geregelt. Die Brennstoffregleinrichtung BRE, welche mit einem entsprechenden Lastsignal LS beaufschlagt wird, regelt dabei den Durchfluß durch das Pilot-Brennstoffregelventil PBRV und das Haupt-Brennstoffregelventil HBRV über entsprechende Ansteuerleitungen AL1 und AL2 derart, daß bis zum Erreichen der Leerlaufdrehzahl oder einer geringen Teillast ausschließlich der Diffusionsbrenner betreibbar ist, daß danach der Diffusionsbrenner und der Vormischbrenner gemeinsam betreibbar sind und daß im oberen Lastbereich ausschließlich der Vormischbrenner betreibbar ist.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Flammrohr F kann es sich beispielsweise um das Flammrohr einer Primärbrennkammer handeln, wobei die Gasturbinenbrennkammer eine Vielzahl derartiger in eine gemeinsame Mischkammer einmündender Primärbrennkammern besitzt. Die Brennstoffregleinrichtung BRE, das Pilot-Brennstoffregelventil PBRV und das Haupt-Brennstoffregelventil HBRV können dann für sämtliche Hybridbrenner 1 der Gasturbinenbrennkammer zusammengefaßt werden, da durch den großen Arbeitsbereich der Hybridbrenner 1 eine separate Regelung und ein lastabhängiges Zu- und Abschalten einzelner Primärbrennkammern entfallen kann. Eine derartige gemeinsame Brennstoffregleinrichtung ist aber auch dann möglich, wenn eine Vielzahl von Hybridbrennern in das Flammrohr einer Gasturbinenbrennkammer einmünden. Dieser Fall ist in Fig. 2 dargestellt, wobei aber zur Vereinfachung der zeichnerischen Darstellung lediglich drei Hybridbrenner 1 gezeigt sind.

Dementsprechend sind in Fig. 2 drei Hybridbrenner 1 zu erkennen, die in das mit F' bezeichnete Flammrohr einer sonst nicht näher dargestellten Gasturbinenbrennkammer einmünden. Das Flammrohr F' besitzt im Bereich der Verbrennungszone keine Öffnungen für den Zutritt von Ver-

brennungsluft, da ja die gesamte zur Verfügung stehende Verbrennungsluft VL ausschließlich den Mischkammern 100 der Hybridbrenner 1 zugeführt wird. Dies schließt jedoch nicht aus, daß im Flammrohr F' stromabwärts der Verbrennungszone Öffnungen für den Zutritt von Mischluft vorhanden sein können.

Der Pilot-Brennstoff PB gelangt über eine gemeinsame Pilot-Brennstoffpumpe PBP', ein gemeinsames Pilot-Brennstoffregelventil PBRV' und einen als Kreis dargestellten Verteiler V1 in die Brennstoffzuleitungen 16 zu den Pilot-Brennstoffdüsen 15 der einzelnen Hybridbrenner 1.

Der Haupt-Brennstoff HB gelangt über eine gemeinsame Haupt-Brennstoffpumpe HBP', ein gemeinsames Haupt-Brennstoffregelventil HBRV' und einen als Kreis dargestellten Verteiler V2 in die Brennstoffzuleitungen 14 zu den Haupt-Brennstoffdüsen 13 der einzelnen Hybridbrenner 1.

Beim Betrieb der Gasturbinenbrennkammer werden die Gesamtmenge des den Hybridbrennern 1 zugeführten Brennstoffes B und die insgesamt als Pilot-Brennstoff PB bzw. als Haupt-Brennstoff HB zugeführten Teilmengen über eine Brennstoffregeleinrichtung BRE' in Abhängigkeit von der Last der Gasturbine geregelt. Die Brennstoffregeleinrichtung BRE', welche mit einem entsprechenden Lastsignal LS beaufschlagt wird, regelt dabei den Durchfluß durch das gemeinsame Pilot-Brennstoffregelventil PBRV' und das gemeinsame Haupt-Brennstoffregelventil HBRV' über entsprechende Ansteuerleitungen AL1' und AL2' derart, daß bis zum Erreichen der Leerlaufdrehzahl oder einer geringen Teillast ausschließlich die Diffusionsbrenner betreibbar sind, daß danach die Diffusionsbrenner und die Vormischbrenner gemeinsam betreibbar sind und daß im oberen Lastbereich ausschließlich die Vormischbrenner betreibbar sind.

Die vorstehend geschilderte Betriebsweise geht aus dem

Diagramm der Fig. 3 noch detaillierter hervor. Hier sind auf dem rechten Zweig der Abszisse die Leistung N der Gasturbine bis zur Grenzlast in Prozent, auf dem linken Zweig der Abszisse die Drehzahlen n bis zur Leerlaufdrehzahl in U/min und auf der Ordinate die Brennstoffmengen m aufgetragen. Dabei zeigt die ausgezogene Kurve die Gesamtmenge m_G des zugeführten Brennstoffes B (vgl. Fig. 2), die punktstrichlierte Kurve, die Menge m_P des insgesamt zugeführten Pilot-Brennstoffes PB (vgl. Fig. 2) und die gestrichelte Kurve, die Menge m_H des insgesamt zugeführten Haupt-Brennstoffes HB (vgl. Fig. 2). Es ist zu erkennen, daß beim Anfahren der Gasturbine ab einer geringen Drehzahl die Diffusionsbrenner eingeschaltet werden und bis zum Erreichen der Leerlaufdrehzahl $n = 3000$ U/min ausschließlich Pilot-Brennstoff PB (vgl. Fig. 2) zugeführt wird. Der ausschließliche Betrieb der Diffusionsbrenner wird nach Erreichen der Leerlaufdrehzahl noch kurz fortgesetzt, bis bei einer geringen Teillast die Vormischbrenner zugeschaltet werden und mit einer zunehmenden Menge m_H an Haupt-Brennstoff HB (vgl. Fig. 2) versorgt werden. Nach dem Zuschalten der Vormischbrenner wird die Menge m_P des den Diffusionsbrenner zugeführten Pilot-Brennstoffes PB (vgl. Fig. 2) zurückgenommen. Im oberen Lastbereich werden dann die Diffusionsbrenner ganz abgeschaltet und nur noch die Vormischbrenner betrieben, d. h. es wird nur noch Haupt-Brennstoff HB (vgl. Fig. 2) zugeführt.

Der obere Lastbereich, in welchem die Diffusionsbrenner abgeschaltet und nur noch die Vormischbrenner betrieben werden, liegt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zwischen $N = 80$ % und der Grenzlast mit $N = 100$ %. Den oberen Lastbereich, in welchem die Diffusionsbrenner abgeschaltet werden, könnte man auch als Bereich zwischen der Flammenstabilitätsgrenze der Vormischbrenner und der angestrebten NO_x -Grenze bei Grenzlast definieren. Die Diffusionsbrenner werden nämlich erst dann abgeschaltet, wenn die Vormischbrenner ohne die Unterstützung durch

die Flamme der Diffusionsbrenner alleine und ohne die Gefahr des Erlöschens brennen können.

Aus dem Diagramm der Fig. 4 geht die NO_x -Emission beim Betrieb der in Fig. 2 dargestellten Gasturbinenbrennkammer hervor. Hier ist auf der Abszisse das Äquivalenzverhältnis $\phi = 1/\lambda$ aufgetragen, wobei λ die Luftüberschußzahl ist. Auf der Ordinate ist der NO_x -Gehalt im Abgas in ppm bei ¹⁵Vol.-% O_2 aufgetragen. Die parallel zur Abszisse verlaufende Gerade G gibt einen NO_x -Grenzwert von 75 ppm bei ¹⁵Vol.-% O_2 an, der beim Betrieb der Gasturbinenbrennkammer nicht überschritten werden darf.

Werden die Hybridbrenner 1 der in Fig. 2 dargestellten Gasturbinenbrennkammer ausschließlich als Diffusionsbrenner betrieben, so ergibt sich ein NO_x -Gehalt im Abgas entsprechend der strichpunkttierten Kurve D, während sich beim ausschließlichen Betrieb eines Vormischbrenners ein NO_x -Gehalt im Abgas entsprechend der gestrichelten Kurve V ergibt. Dabei sind mit S_D und S_V die Flammstabilitätsgrenzen bezeichnet, bei welchen ein Diffusionsbrenner bzw. ein Vormischbrenner gerade noch stabil brennt.

Es ist ferner zu erkennen, daß sich sowohl beim Betrieb als Diffusionsbrenner als auch beim Betrieb als Vormischbrenner ein Maximum des NO_x -Gehaltes im Abgas bei einem Äquivalenzverhältnis von $\phi = 1$ einstellt.

Beim Anfahren der in Fig. 2 dargestellten Gasturbinenbrennkammer werden die Hybridbrenner 1 bis zum Erreichen einer geringen Teillast ausschließlich als Diffusionsbrenner betrieben, wobei der NO_x -Gehalt im Abgas während dieser Betriebsphase durch den Punkt A auf der Kurve D angegeben ist. Danach werden die Hybridbrenner 1 als Diffusionsbrenner und zugleich als Vormischbrenner betrieben, wobei der NO_x -Gehalt im Abgas während dieser

- Betriebsphase durch die dick ausgezogene Kurve AB angegeben ist. Das letzte vertikal verlaufende Teilstück der Kurve AB verdeutlicht dabei das Absinken des NO_x -Gehaltes im Abgas nach dem vollständigen Abschalten der
- 5 Diffusionsbrenner. Dementsprechend liegt der Punkt B oberhalb der Flammenstabilitätsgrenze S_V auf der Kurve V. Nach dem Abschalten der Diffusionsbrenner werden die Hybridbrenner 1 dann im oberen Lastbereich ausschließlich als Vormischbrenner betrieben, wobei der NO_x -Gehalt im
- 10 Abgas während dieser Betriebsphase durch den dick ausgezogenen Teilbereich BC der Kurve V angegeben ist. Der Punkt C entspricht dabei dem bei Grenzlast erreichten Höchstwert des NO_x -Gehaltes im Abgas, wobei dieser Höchstwert aber noch deutlich unterhalb der zulässigen NO_x -Grenze G liegt. Bei dem Punkt C handelt es sich somit auch um
- 15 den Auslegungspunkt der Gasturbinenbrennkammer, der für die insgesamt erforderliche Anzahl von Hybridbrennern 1 maßgeblich ist.
- 20 Die Fig. 5 und 6 zeigen einen mit gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff betreibbaren Hybridbrenner im nur teilweise dargestellten Längsschnitt bzw. im Querschnitt. Der insgesamt mit 1' bezeichnete Hybridbrenner besitzt
- 25 eindurch die gestrichelte Linie 10' angedeutetes Brennergehäuse, welcher eine venturiähnliche Kontur aufweist. Die durch das Brennergehäuse 10' gebildete Vormischkammer 100' ist an ihrem stromabwärtigen Ende durch einen in der Zeichnung nur angedeuteten Flammenhalter 11' und an ihrem stromaufwärtigen Ende durch eine Drallein-
- 30 richtung 12' begrenzt. Die Dralleinrichtung 12' bildet dabei gleichzeitig eine erste Haupt-Brennstoffdüse für gasförmigen Brennstoff, wobei in die einzelnen als Hohl-schaufeln ausgebildeten Flügel jeweils mehrere Brennstoff-Injektionsbohrungen 120' eingebracht sind. Die Zu-
- 35 fuhr des durch einen Pfeil HB" angedeuteten gasförmigen Brennstoffes erfolgt über eine Brennstoffzuleitung 14", auf welche die als Hohl-schaufeln ausgebildeten Flügel

der Dralleinrichtung 12' aufgesetzt sind. In geringem Abstand stromabwärts der Dralleinrichtung 12' ist eine zweite Haupt-Brennstoffdüse 13' für flüssigen Brennstoff angeordnet, welche ebenfalls als Hohl-schaufeln ausgebildete Flügel besitzt, in die jeweils mehrere Brennstoff-Injektionsbohrungen 130' eingebracht sind. Die Zufuhr des durch Pfeile HB' angedeuteten flüssigen Brennstoffes zu den Brennstoff-Injektionsbohrungen 130' erfolgt über eine Brennstoffzuleitung 14', welche konzentrisch innerhalb der Brennstoffzuleitung 14" angeordnet ist und auf welche die als Hohl-schaufeln ausgebildeten Flügel der zweiten Haupt-Brennstoffdüse 13' aufgesetzt sind.

Im zentralen Bereich des Flammenhalters 11' sind eine erste Pilot-Brennstoffdüse 15" für gasförmigen Brennstoff und eine zweite Pilot-Brennstoffdüse 15' für flüssigen Brennstoff angeordnet. Die Zufuhr des durch einen Pfeil PB" angedeuteten gasförmigen Brennstoffes zu der ersten Pilot-Brennstoffdüse 15" erfolgt über eine Brennstoffzuleitung 16", welche zunächst konzentrisch innerhalb der Brennstoffzuleitung 14' verläuft und dann die Vormischkammer 100' zentral und in axialer Richtung durchsetzt. Die Zufuhr des durch einen Pfeil PB' angedeuteten flüssigen Brennstoffes zu der zweiten Pilot-Brennstoffdüse 15' erfolgt über eine Brennstoffzuleitung 16', welche konzentrisch innerhalb der Brennstoffzuleitung 16" angeordnet ist.

Die vier Brennstoffzuleitungen 14", 14', 16", 16', die gleichzeitig als erste Haupt-Brennstoffdüse ausgebildete Dralleinrichtung 12', die zweite Haupt-Brennstoffdüse 13', die erste Pilot-Brennstoffdüse 15" und die zweite Pilot-Brennstoffdüse 15' sind zu einem Bauteil vereinigt, welches zur Erleichterung der Wartung und Inspektion in axialer Richtung aus dem Brennergehäuse 10' und dem Flammenhalter 11' ausgezogen werden kann.

In dem Querschnitt der Fig. 6 ist die konzentrische Anordnung der einzelnen Brennstoffzuleitungen 14", 14', 16" und 16' deutlich zu erkennen. Außerdem ist zu erkennen, daß die sternförmig ausgerichteten Flügel der Dralleinrichtung 12' und die sternförmig ausgerichteten Flügel der zweiten Haupt-Brennstoffdüse 13' in Umfangsrichtung sehen versetzt zueinander angeordnet sind. Da die zweite Haupt-Brennstoffdüse 13' zusätzlich noch im Bereich des engsten Querschnittes der venturiähnlichen Kontur des Brennergehäuses 10' angeordnet ist, ergibt sich eine besonders intensive Zerstäubung und Vorverdampfung des aus den Brennstoff-Injektionsbohrungen 130' austretenden flüssigen Brennstoffes HB' in der über die Dralleinrichtung 12' zugeführten Verbrennungsluft.

15

Die Betriebsweise des in den Fig. 5 und 6 dargestellten Hybridbrenners 1' entspricht der Betriebsweise des in den Fig. 1 und 2 dargestellten Hybridbrenners 1, wobei jedoch für die flüssigen Brennstoffe PB' und HB' und für die gasförmigen Brennstoffe PB" und HB" jeweils eine Brennstoffregeleinrichtung vorgesehen ist. Soll der Hybridbrenner 1' gleichzeitig mit flüssigem und gasförmigem Brennstoff betrieben werden, so sind diese beiden Brennstoffregeleinrichtungen entsprechend der in Fig. 3 dargestellten Betriebsweise miteinander zu verknüpfen.

12 Patentansprüche

6 Figuren

Patentansprüche

1. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner für Gasturbinenbrennkammern, wobei

5

- der Vormischbrenner eine am stromabwärtigen Ende durch einen Flammenhalter begrenzte Vormischkammer besitzt, in welche eine Haupt-Brennstoffdüse und eine Zufuhreinrichtung für Verbrennungsluft einmünden,

10

- der Diffusionsbrenner eine im zentralen Bereich des Flammenhalters angeordnete Pilot-Brennstoffdüse besitzt und wobei

15

- eine Brennstoffregleinrichtung die Gesamtmenge und die Teilmengen des der Haupt-Brennstoffdüse und der Pilot-Brennstoffdüse zugeführten Brennstoffes in Abhängigkeit von der Last der Gasturbine derart regelt, daß bis zum Erreichen der Leerlaufdrehzahl oder einer geringen Teil-

20

last ausschließlich der Diffusionsbrenner betreibbar ist und danach der Diffusionsbrenner und der Vormischbrenner gemeinsam betreibbar sind,

25

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h folgende Merkmale:

30

a) Die gesamte für den Betrieb des Diffusionsbrenners erforderliche Verbrennungsluft (VL) ist ausschließlich über die Vormischkammer (100; 100') zuführbar,

b) Die Brennstoffregleinrichtung (BRE; BRE') regelt die Gesamtmenge (m_G) und die Teilmengen (m_P , m_H) des zugeführten Brennstoffes (B) derart, daß im oberen Lastbereich ausschließlich der Vormischbrenner betreibbar ist.

2. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Brennstoffregeleinrichtung (BRE; BRE') 'ab Erreichen der Leerlaufdrehzahl oder einer geringen Teillast die
5 Teilmenge (m_p) des der Pilot-Brennstoffdüse (15; 15', 15'') zugeführten Brennstoffes (PB; PB', PB'') mit zunehmender Last verringert.

3. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach
10 Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Brennstoffregeleinrichtung (BRE') weiteren Vormischbrennern mit integrierten Diffusionsbrennern zugeordnet ist.

15 4. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Vormischbrenner eine erste Haupt-Brennstoffdüse für gasförmigen Brennstoff (HB'') und eine zweite Haupt-Brennstoffdüse (13') für flüssigen
20 Brennstoff (HB') besitzt.

5. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Diffusionsbrenner eine
25 erste Pilot-Brennstoffdüse (15'') für gasförmigen Brennstoff (PB'') und eine zweite Pilot-Brennstoffdüse (15') für flüssigen Brennstoff (PB') besitzt.

6. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach
30 einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Brennstoffzuleitung (16) zu der Pilot-Brennstoffdüse (15) die Vormischkammer (100) zentral und in axialer Richtung durchsetzt.

35 7. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Brennstoffzuleitungen (16'', 16') zu der er-

sten Pilot-Brennstoffdüse (15") und der zweiten Pilot-Brennstoffdüse (15') die Vormischkammer (100') als konzentrische Rohre zentral und in axialer Richtung durchsetzen.

5

8. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach den Ansprüchen 4 und 6, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die Brennstoffzuleitungen (14", 14', 16", 16') zu den beiden Haupt-Brennstoffdüsen (13') und 10 den beiden Pilot-Brennstoffdüsen (15", 15') als konzentrische Rohre ausgebildet sind.

9. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e - 15 k e n n z e i c h n e t, daß die in die Vormischkammer (100') einmündende Zufuhreinrichtung für Verbrennungsluft als Dralleinrichtung (12' ausgebildet ist.

=

10. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner 20 nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Dralleinrichtung (12') gleichzeitig als Haupt-Brennstoffdüse ausgebildet ist, wobei in als Hohl-schaufel ausgebildete Flügel jeweils mehrere Brennstoff-Injektionsbohrungen (120') eingebracht sind.

25

11. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Vormischkammer (100; 100') eine venturiähnliche Kontur mit einem am stromauf- 30 wärtigen Ende konvergierenden Abschnitt und einen am stromabwärtigen divergierenden Abschnitt besitzt.

12. Vormischbrenner mit integriertem Diffusionsbrenner nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h - 35 n e t, daß die Brennstoffzuleitungen (14", 14', 16", 16'), die beiden Haupt-Brennstoffdüsen (13') und die beiden Pilot-Brennstoffdüsen (15", 15') zu einem in axialer

- 18 -

VPA 82 P 6269 E

Richtung aus der Vormischkammer (100') ausziehbaren
Teil zusammengefaßt sind.

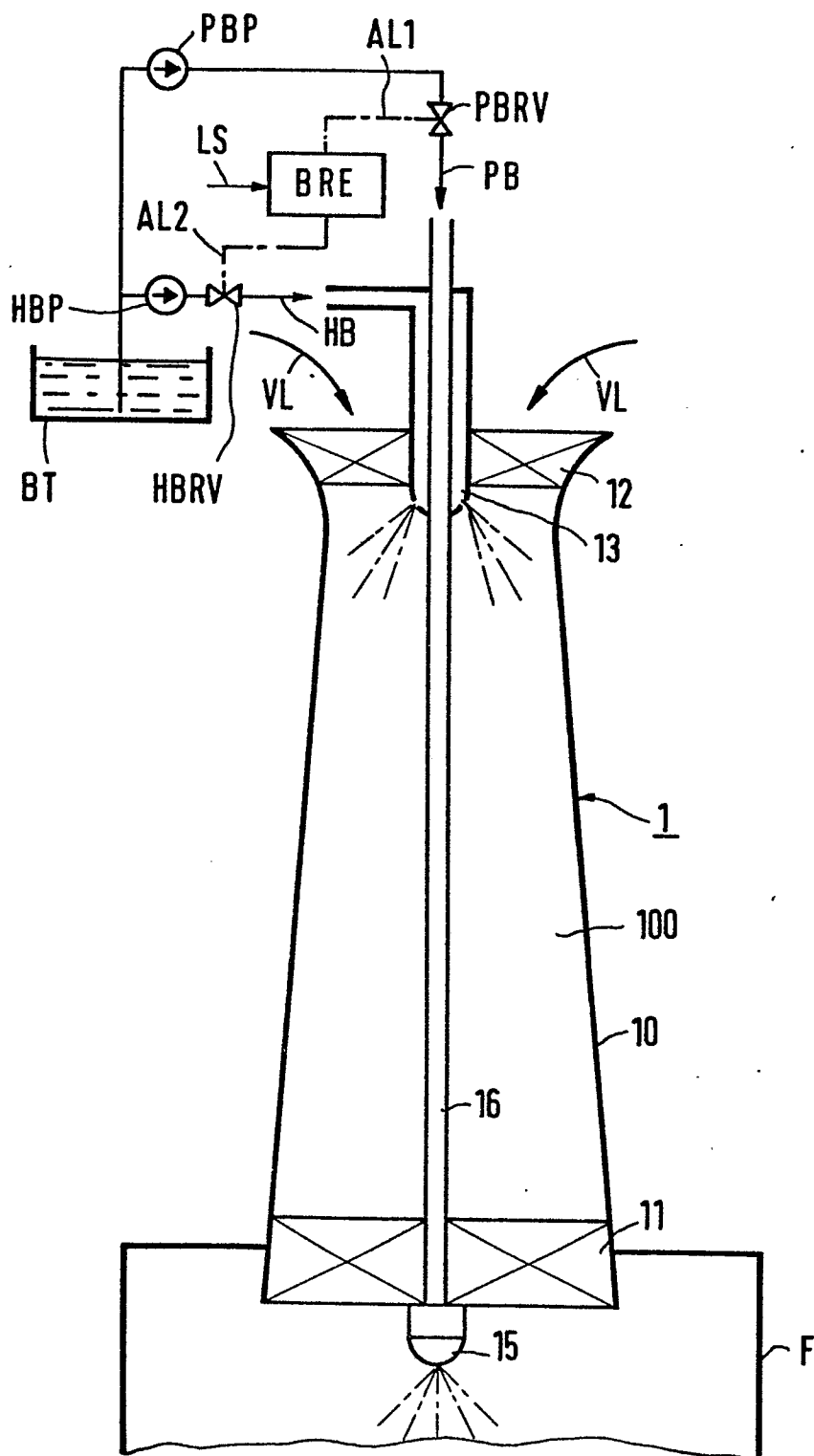


FIG1

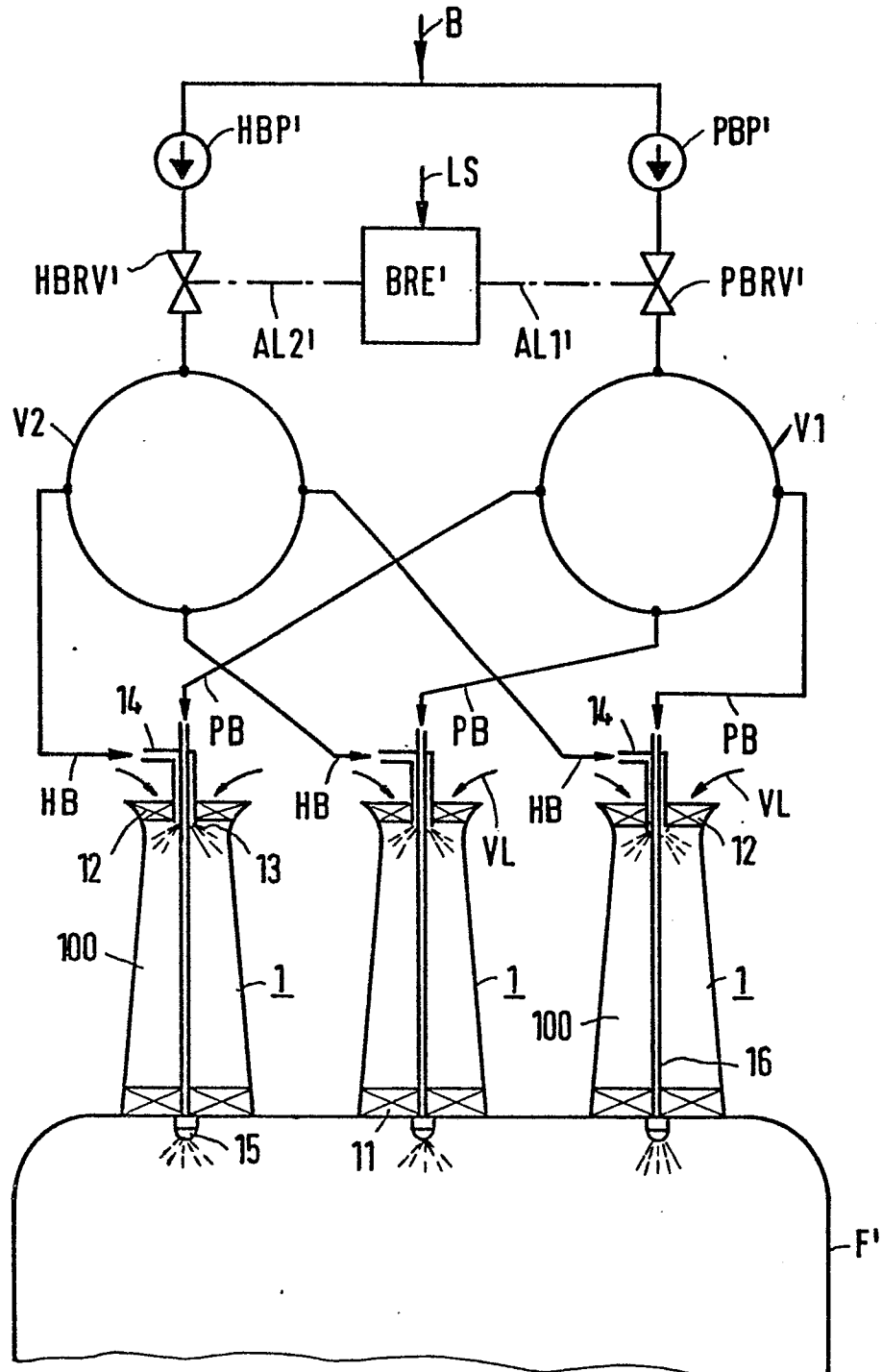


FIG2

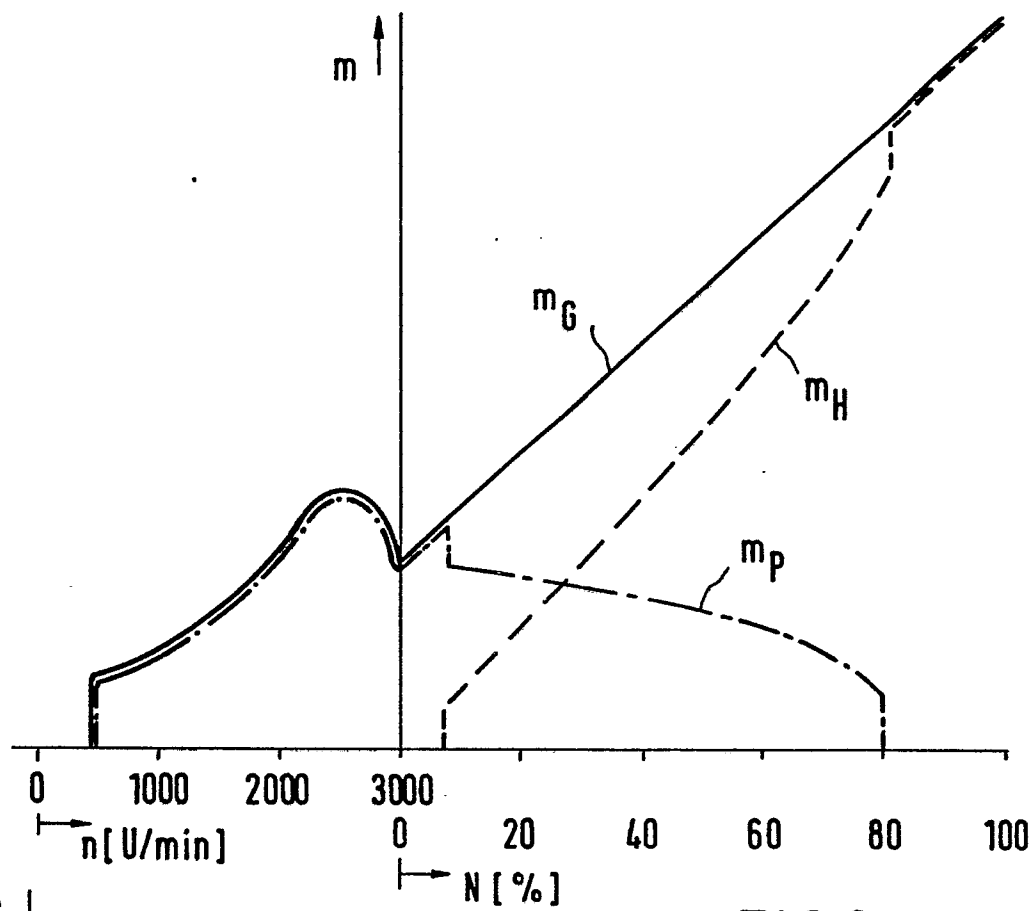


FIG 3

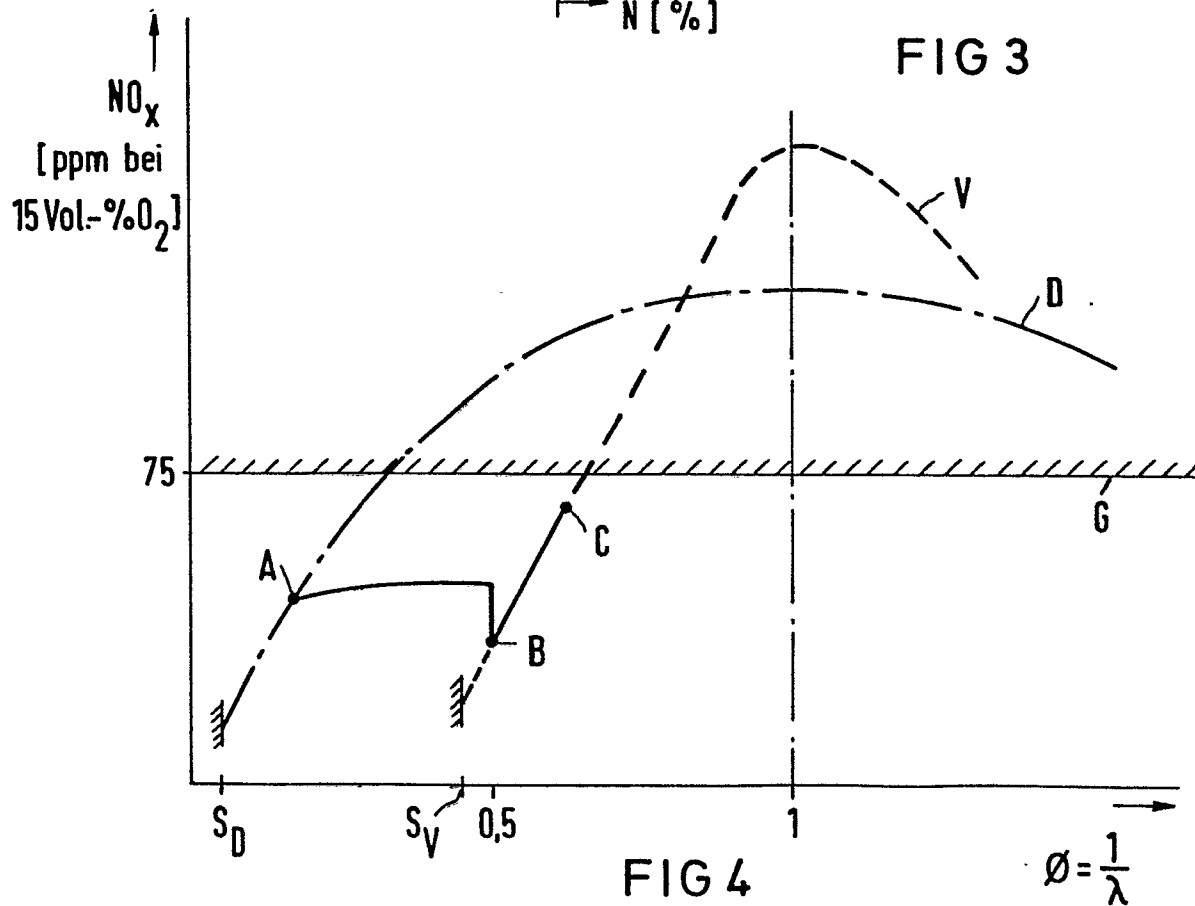


FIG 4

82 P 6269

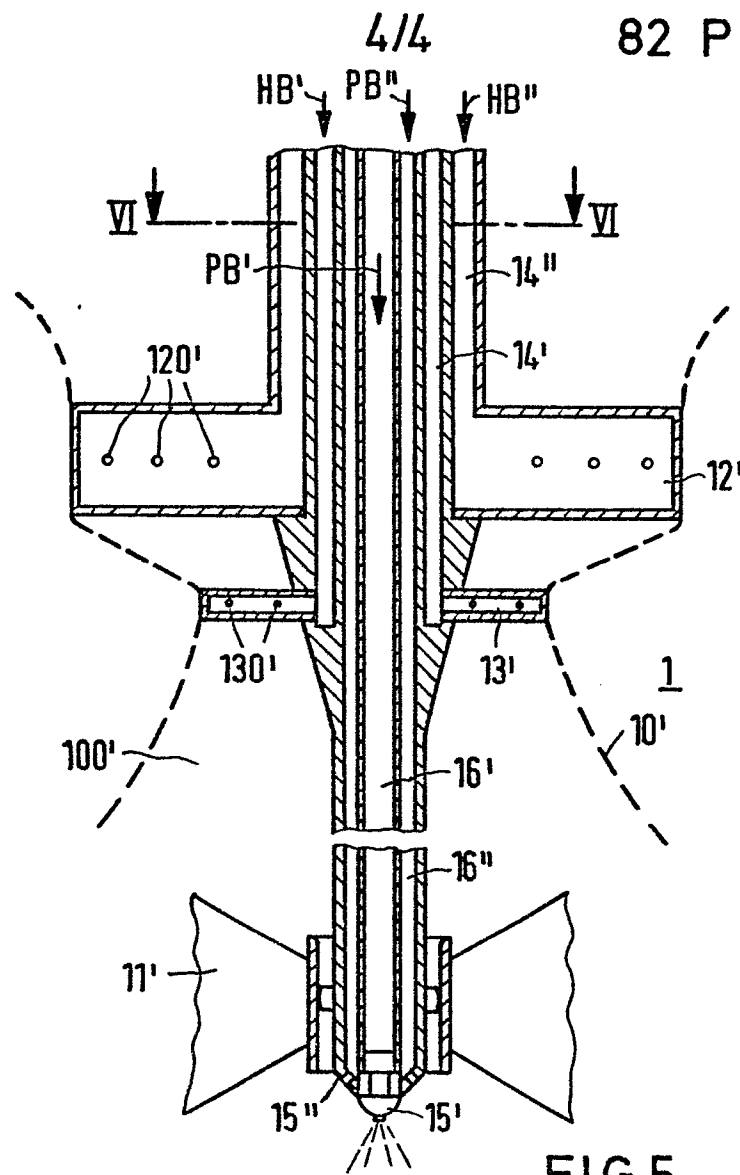


FIG 5

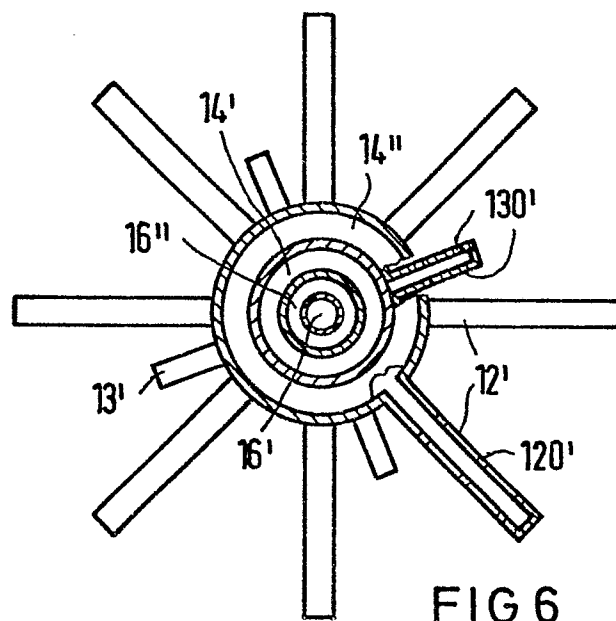


FIG 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0108361

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 83110824.6
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)
D,Y	DE - A1 - 2 613 589 (NISSAN MOTOR CO., LTD.) * Gesamt * --	1,6,9	F 23 R 3/28
Y	US - A - 3 886 728 (QUINN) * Gesamt, insbesondere Spalte 2 Zeilen 35-41 * --	1,6,9	
A	DE - A1 - 2 460 740 (MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH) * Gesamt * --	1	
A	US - A - 3 483 700 (RYBERG et al.) * Fig. 1-4,7; Zusammenfassung * --	1,6,9	
A	EP - A1 - 0 030 313 (KRAFTWERK UNION AG) * Gesamt * --	1,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 7) F 23 R 3/00 F 02 C 7/00 F 02 C 9/00
A	US - A - 4 356 698 (CHAMBERLAIN) * Gesamt, insbesondere Fig. 2, 4-7 * --	1,9,11	
D,A	DE - A1 - 2 950 535 (BBC AG BROWN, BOVERI & CIE.) * Gesamt, insbesondere Fig. 1, 2,12,13 * ----	1,3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 30-01-1984	Prüfer PIPPAN
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN 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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			