



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 985 877 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.03.2000 Patentblatt 2000/11

(51) Int. Cl.⁷: **F23C 7/00**, F23D 17/00,
F23D 14/02, F23D 11/40

(21) Anmeldenummer: **98810904.7**

(22) Anmeldetag: **10.09.1998**

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

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

(72) Erfinder:
• **Gutmark, Ephraim Prof. Dr.,
Baton Rouge, LA 70810 (US)**

• **Paschereit, Christian Oliver, Dr.,
5400 Baden (CH)**
• **Weisenstein, Wolfgang
5453 Remetschwil (CH)**

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

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Minimierung thermoakustischer Schwingungen in Gasturbinenbrennkammern**

(57) Bei einem Verfahren zum Minimieren thermoakustischer Schwingungen in Gasturbinenbrennkammern erfolgt eine Beschleunigung der Strömung in axialer Richtung durch eine düsenartige Ausbildung (28) des Brenneraustritts oder durch entsprechende düsenartig geformte Anbauten am Brenner.

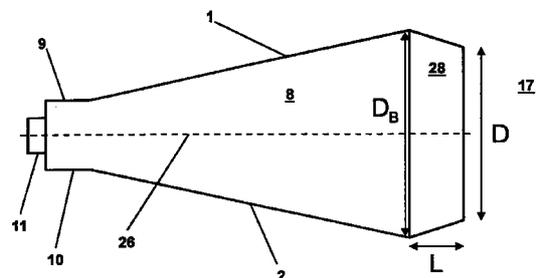


Fig. 2

EP 0 985 877 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Minimierung thermoakustischer Schwingungen in Gasturbinenbrennkammern.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, daß in Brennkammern von Gasturbinen häufig unerwünschte thermoakustische Schwingungen auftreten. Mit dem Begriff "thermoakustische Schwingungen" werden sich gegenseitig aufschaukelnde thermische und akustische Störungen bezeichnet. Es können dabei hohe Schwingungsamplituden auftreten, die zu unerwünschten Effekten, wie etwa zu einer hohen mechanischen Belastung der Brennkammer, einer erhöhten NO_x-Emission durch eine inhomogene Verbrennung und sogar zu einem Erlöschen der Flamme führen können. Dies trifft insbesondere für Verbrennungssysteme mit geringer akustischer Dämpfung zu. Um eine hohe Leistung in Bezug auf Pulsationen und Emissionen über einen weiten Betriebsbereich zu garantieren, kann eine passive Kontrolle der Verbrennungsschwingungen notwendig sein.

[0003] Bei herkömmlichen Brennkammern hat die in die Brennkammer einströmende Kühlluft eine bedeutende Funktion, da der Kühlluftfilm an der Brennkammerwand schalldämpfend wirkt und damit zur Verminderung von thermoakustischen Schwingungen beiträgt. Um niedrige NO_x-Emissionen zu erzielen, wird in modernen Gasturbinen ein zunehmender Anteil der Luft durch die Brenner selbst geleitet, der Kühlluftstrom also reduziert. Durch die damit einhergehende geringere Schalldämpfung treten die eingangs angesprochenen, mit den unerwünschten Schwingungen verbundenen Probleme in solchen modernen Brennkammern demnach verstärkt auf.

[0004] Die strömungsmechanische Stabilität eines Gasturbinenbrenners ist von entscheidender Bedeutung für das Auftreten thermoakustischer Schwingungen. Die im Brenner entstehenden strömungsmechanischen Instabilitätswellen führen zur Ausbildung von Wirbeln. Diese auch als kohärente Strukturen bezeichneten Wirbel spielen eine bedeutende Rolle bei Mischungsvorgängen zwischen Luft und Brennstoff. Die Dynamik der kohärenten Strukturen beeinflusst die Verbrennung und die damit verbundene Wärmefreisetzung. Diese Wirbel können daher zu einer periodischen Wärmefreisetzung der Flamme des Brenners und damit zu Druckschwankungen führen. Insbesondere wenn über die gesamte Fläche des Brenners keine homogene Vermischung von Brennstoff und Luft gegeben ist, wirkt sich die Entstehung von kohärenten Wirbelstrukturen stark auf die Ausbildung von thermoakustischen Instabilitäten aus. Somit liegt eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der Schwingungsneigung eines Bren-

ners in der Stabilisierung der Rückströmzone, in der die Flamme des Brenners gehalten wird.

Darstellung der Erfindung

[0005] Hier setzt die Erfindung an. Es soll eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Minimierung thermoakustischer Schwingungen in Gasturbinenbrennkammern geschaffen werden. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Brenner gemäß unabhängigen Patentansprüchen 1 und 4, sowie durch das Verfahren gemäß unabhängigem Patentanspruch 7 gelöst.

[0006] Die Ausbildung von Wirbeln, die die Verbrennung beeinflussen und zu einer periodischen Wärmefreisetzung mit den damit verbundenen Druckschwankungen führen, kann durch die Stabilisierung der Rückströmzone im Zentrum des Brenners beeinflusst werden. Die Stabilität der Rückströmzone wirkt sich direkt auf die Stabilität der Brennerflamme aus und hat damit einen entscheidenden Einfluß auf die Schwingungsneigung des Brenners. Erfindungsgemäß erfolgt die Stabilisierung der Rückströmzone durch die Beschleunigung der Strömung am Austritt des Brenners.

[0007] Durch die düsenartige Ausgestaltung wird die Mischung von Frischgas mit rezirkuliertem Rauchgas beeinflusst und damit die Stabilität der Verbrennung erhöht. Desweiteren verändern sich die Randbedingungen der sich ausbildenden Scherschicht und der Rückströmzone und damit deren Stabilität.

[0008] Figur 1 zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Brenner, dessen detaillierte Beschreibung der EP 0 321 809 entnommen werden kann. Der Brenner besteht aus zwei halben hohlen Teilkegelkörpern 1, 2, die je einen zylindrischen Anfangsteil 9, 10 aufweisen, worin eine Düse 11 untergebracht ist, deren Brennstoffeindüsung mit dem engsten Querschnitt des durch die zwei Teilkegelkörper 1, 2 gebildeten kegeligen Hohlraumes 8 zusammenfällt. Brennraumseitig 17 weist der Brenner eine kragenförmige als Verankerung für die Teilkegelkörper 1, 2 dienende Abschlußplatte 18 mit einer Anzahl Bohrungen 19 auf, durch welche nötigenfalls Verdünnungsluft bzw. Kühlluft 20 dem vorderen Teil des Brennraumes bzw. dessen Wand zugeführt werden kann. Bei der Eindüsung von Brennstoff 12 wird im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 24 eine günstige Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Die Zündung erfolgt an der Spitze der Rückströmzone 24, wo sich die Flammenfront 25 ausbildet.

[0009] Erfindungsgemäß erfolgt eine Beschleunigung der Strömung in axialer Richtung durch eine düsenartige Ausbildung des Brenneraustritts oder durch entsprechende düsenartig geformte Anbauten am Brenner. Durch die Beschleunigung der Strömung am Austritt des Brenners kann die Rückströmzone 24 stabilisiert werden, wodurch Fluktuationen der Rückströmzone und damit eine periodische Wärmefreisetzung

unterdrückt werden.

[0010] Figur 2 zeigt einen entsprechend modifizierten Brenner. Am brennraumseitigen 17 Ende der Teilkegelkörper 1, 2 weist der Brenner eine düsenartige Verjüngung des Durchmessers auf. Dieser Düsenabschnitt 28 kann sowohl durch eine entsprechende Gestaltung des Brenners im Bereich des Brenneraustritts als auch durch das Anbringen eines separaten Anbauteils realisiert werden. Die Abschlußplatte 18 (nicht gezeigt) kann sowohl an dem brennraumseitigen 17 Ende des Düsenabschnitts 28 als auch zwischen dem brennraumseitigen Ende des Brenners und dem Düsenabschnitt 28 angebracht werden. Im einen Fall befindet sich der Düsenabschnitt 28 somit außerhalb der Brennkammer, im anderen Fall ragt der Düsenabschnitt 28 in die Brennkammer hinein.

[0011] Der Brenneraustritt wird somit auf einen Bruchteil D/D_B des ursprünglichen Durchmessers D_B verkleinert, der erfindungsgemäß zwischen 0.25 und 0.99, bevorzugt zwischen 0.46 und 0.86, besonders bevorzugt zwischen 0.57 und 0.71 beträgt. Für einen Brenner mit einem ursprünglichen Brennerdurchmesser am Austritt (gemessen von Teilkegelkörper 1 bis Teilkegelkörper 2) von $D_B = 175$ mm wird der Brenneraustritt also erfindungsgemäß auf einen Durchmesser verkleinert, der zwischen 43 und 173 mm beträgt, bevorzugt zwischen 80 und 150 mm, besonders bevorzugt zwischen 100 und 125 mm.

[0012] Der sich verjüngende Teil des Brenners bzw. das sich verjüngende Anbauteil weist erfindungsgemäß eine Länge L auf, die vom Durchmesser D_B des Brenneraustritts abhängt. Erfindungsgemäß liegt der Wert von L/D_B zwischen 0.01 und 0.57, bevorzugt zwischen 0.057 und 0.46, besonders bevorzugt zwischen 0.11 und 0.40. Für einen Brenner mit einem ursprünglichen Brennerdurchmesser am Austritt (gemessen von Teilkegelkörper 1 bis Teilkegelkörper 2) von $D_B = 175$ mm weist das sich verjüngende Teil des Brenners somit erfindungsgemäß eine Länge L auf, die zwischen 2 und 100 mm, bevorzugt 10 bis 80 mm, besonders bevorzugt 20 bis 70 mm liegt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 einen aus dem Stand der Technik bekannten Brenner in perspektivischer Darstellung entsprechend aufgeschnitten;
- Fig. 2 den Querschnitt eines erfindungsgemäß abgeänderten Brenners;
- Fig. 3 eine Auftragung der relativen Druckschwankung unter Verwendung verschiedener erfindungsgemäßer düsenartiger Anbauten

bezogen auf die Druckschwankung ohne Anbau (100 %) als Funktion der λ -Zahl.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0014] In der Figur 3 wurden relative Druckschwankungen als Funktion der λ -Zahl der Verbrennung aufgetragen. Der λ -Wert ist ein Maß für das Verhältnis der in den Verbrennungsraum eingeführten zu der zur vollständigen Verbrennung theoretisch benötigten Luftmenge. Gasturbinenbrenner der in der vorliegenden Erfindung verwendeten Art werden in der Regel in einem Bereich von $1.8 \leq \lambda \leq 2.2$ betrieben.

[0015] Figur 3 zeigt die Ergebnisse einer experimentellen Bestimmung der Druckschwankungen für verschiedene erfindungsgemäße düsenartige Anbauteile. Das verwendete Verbrennungssystem neigte bei einer Frequenz von rund 100 Hz zu axialsymmetrischen thermoakustischen Schwingungen.

[0016] Es wurden die folgenden düsenartigen Anbauteile verwendet:

- a) Anbauteil 1: Länge 60 mm, Durchmesser 120 mm
- b) Anbauteil 2: Länge 30 mm, Durchmesser 120 mm
- c) Anbauteil 3: Länge 30 mm, Durchmesser 100 mm
- d) Anbauteil 4: Länge 30 mm, Durchmesser 120 mm, gezackter Rand.

[0017] Der Durchmesser der Brenneraustrittsöffnung betrug ohne Anbauteile 175 mm (gemessen von Teilkegelkörper 1 bis Teilkegelkörper 2).

[0018] Während die Anbauteile 1 bis 3 an beiden Enden einen kreisförmigen Rand aufwiesen, war der Rand des Anbauteils 4 an der Seite mit dem kleineren Durchmesser gezackt, wobei die einzelnen Zacken eine Breite an der Basis von 15 mm und eine Ausdehnung bis zur Spitze von 10 mm aufwiesen.

[0019] Figur 3 zeigt, daß die Druckamplituden im Brenner für sämtliche verwendeten düsenartigen Anbauten unter den Werten der Druckamplituden ohne Anbau liegen. Die besten Resultate wurden bei Verwendung des Anbauteils 3 erzielt, das für $\lambda = 1,8$ eine Verringerung der Druckamplitude um 95% bewirkte.

Bezugszeichenliste

[0020]

- 1, 2 Teilkegelkörper
- 8 Innenraum
- 9, 10 zylindrische Anfangsteile
- 11 Düse
- 12 Brennstoff
- 17 Brennraumseite
- 18 Abschlußplatte

19	Bohrungen	Brenner in axialer Richtung beschleunigt wird.
20	Kühlluft	
24	Rückströmzone	
25	Flammenfront	
26	Hauptmittelachse	5
28	Düsenabschnitt	

Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb eines Aggregates zur Erzeugung eines Heißgases, wobei der Brenner im wesentlichen mindestens zwei hohle, kegelförmige, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelte Teilkörper (1, 2) umfaßt und der Brenner mit mindestens einer Brennstoffdüse (11) betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß an dem brennerseitigen Ende der kegelförmigen Teilkörper (1, 2) ein Düsenabschnitt (28) angebracht ist, wobei sich der Durchmesser des Düsenabschnitts in Strömungsrichtung verringert. 10
15
20
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Düsenabschnitt (28) zwischen den Teilkegelkörpern (1, 2) und einer am Brenneraustritt angebrachten Abschlußplatte (18) befindet. 25
3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abschlußplatte (18) an das brennraumseitige Ende der Teilkegelkörper (1, 2) angebracht ist und sich der Düsenabschnitt (28) in Strömungsrichtung an das brennraumseitige Ende der Teilkegelkörper (1, 2) anschließt. 30
4. Brenner nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenabschnitt (28) als separates Bauteil an den Brenner angebracht ist. 35
5. Brenner nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des kleineren Durchmessers D des Düsenabschnitts zu dem Durchmesser D_B des Brenneraustritts ohne Düsenabschnitt zwischen 0.25 und 0.99, bevorzugt zwischen 0.46 und 0.86, besonders bevorzugt zwischen 0.57 und 0.71 beträgt. 40
45
6. Brenner nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Länge L des Düsenabschnitts zu dem Durchmesser D_B des Brenneraustritts ohne Düsenabschnitt zwischen 0.01 und 0.57, bevorzugt 0.057 bis 0.46, besonders bevorzugt 0.11 bis 0.40 mm beträgt. 50
7. Verfahren zur Minimierung der Druckamplitude thermoakustischer Schwingungen in einer Gasturbine unter Verwendung eines Brenners nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Strömung in dem 55

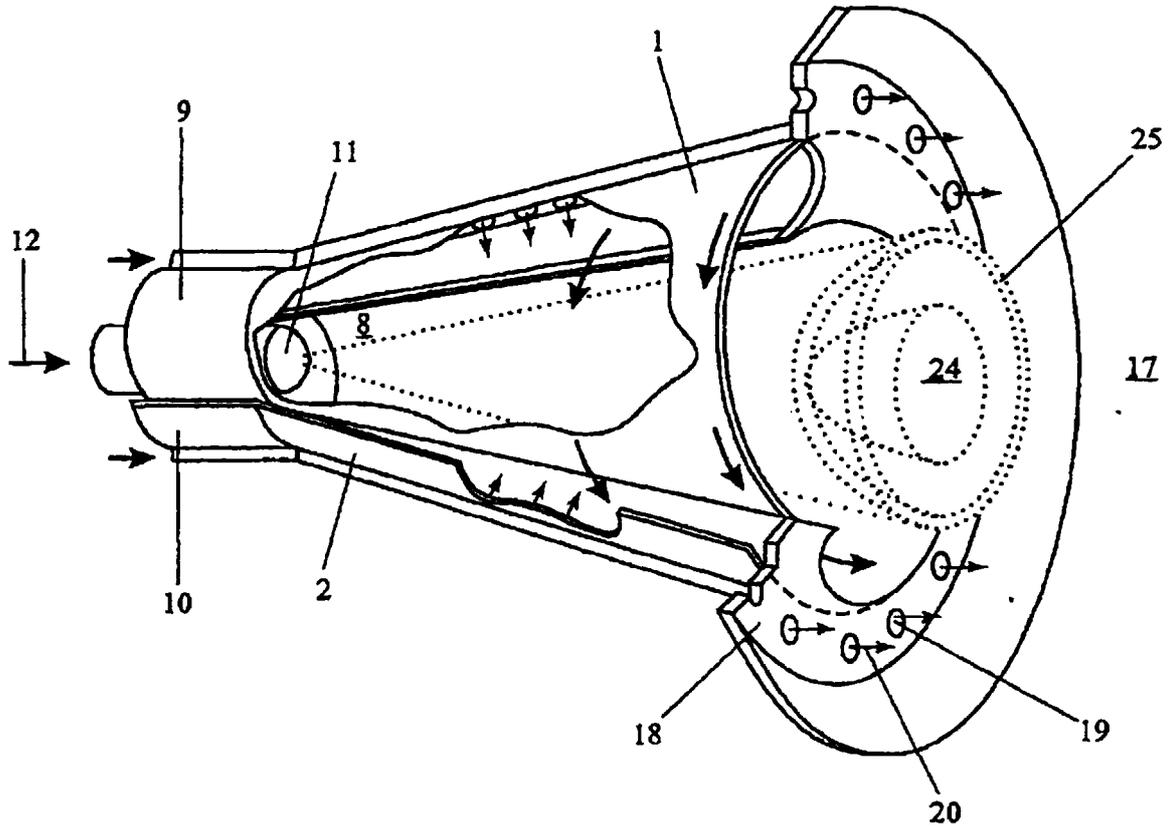


Fig. 1

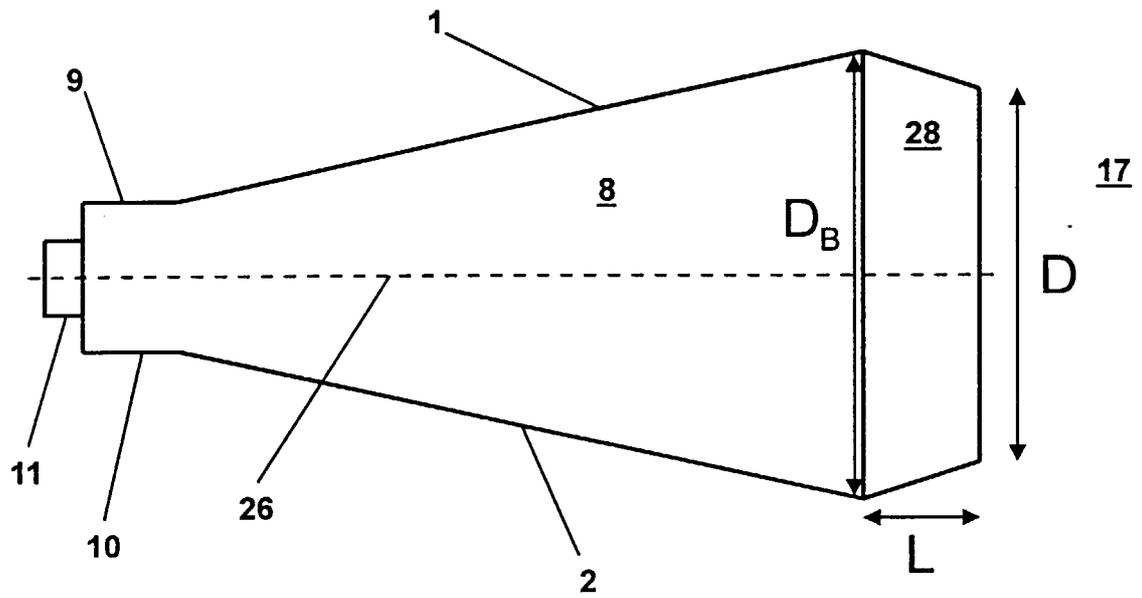


Fig. 2

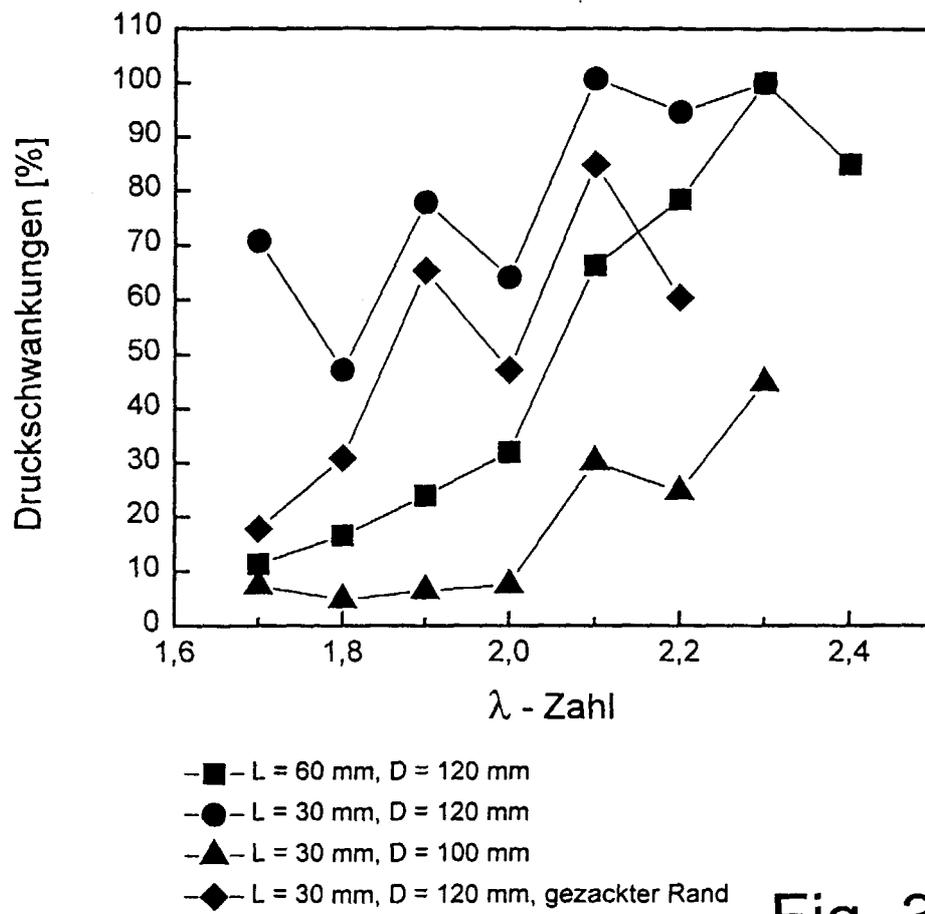


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0904

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 849 531 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 24. Juni 1998 * Spalte 1, Zeile 30 - Zeile 58 * * Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 19 * * Spalte 6, Zeile 53 - Spalte 7, Zeile 5 * * Abbildungen 1-4 *	1,7	F23C7/00 F23D17/00 F23D14/02 F23D11/40
A	DE 195 27 453 A (ABB MANAGEMENT AG) 30. Januar 1997 * Spalte 2, Zeile 38 - Spalte 3, Zeile 38 * * Spalte 4, Zeile 38 - Zeile 60 * * Spalte 5, Zeile 43 - Spalte 6, Zeile 37 * * Abbildungen 1,2,5-10 *	1,3,4	
A	US 2 806 517 A (JOHANNES A. TE NUYL) 17. September 1957 * Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 56; Abbildungen 1-5 *	1,5	
A	EP 0 845 639 A (ABB RESEARCH LTD) 3. Juni 1998		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F23C F23D F23M
A	EP 0 754 908 A (DVGW EV ;BUECHNER HORST (DE); LEUCKEL WOLFGANG (DE)) 22. Januar 1997		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29. Januar 1999	Prüfer Phoa, Y
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 98 81 0904

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0849531 A	24-06-1998	CA 2225376 A	20-06-1998
		CN 1190717 A	19-08-1998
		JP 10196954 A	31-07-1998
DE 19527453 A	30-01-1997	KEINE	
US 2806517 A	17-09-1957	KEINE	
EP 0845639 A	03-06-1998	DE 19649486 A	04-06-1998
		JP 10169986 A	26-06-1998
EP 0754908 A	22-01-1997	DE 19526369 A	23-01-1997
		AT 170968 T	15-09-1998
		CN 1146543 A	02-04-1997
		CZ 9602026 A	12-02-1997
		DE 19542681 A	22-05-1997
		DE 59600532 D	15-10-1998
		JP 9178113 A	11-07-1997
US 5758587 A	02-06-1998		

EPO FORM P0461

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