



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.01.2002 Patentblatt 2002/02

(51) Int Cl.7: **B01F 5/06**

(21) Anmeldenummer: **00112874.3**

(22) Anmeldetag: **19.06.2000**

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

(72) Erfinder:
• **Ruscheweyh, Hans, Prof. Dr.-Ing.
52074 Aachen (DE)**
• **Kaatz, Michael, Dipl.-Ing.
40878 Ratingen (DE)**

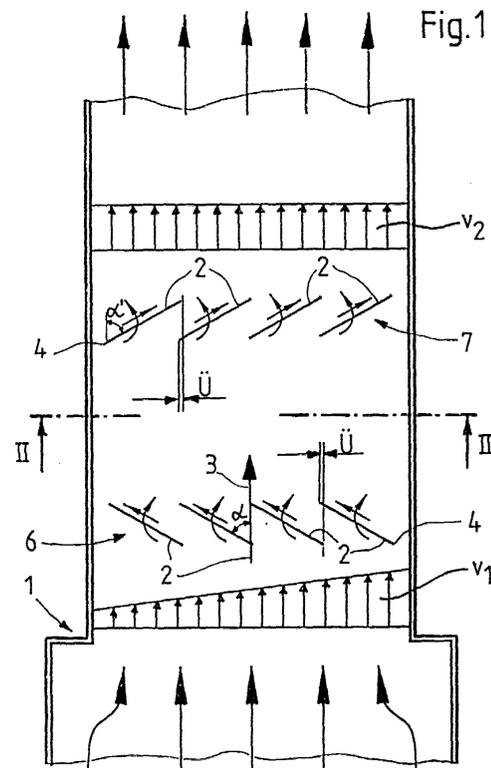
(71) Anmelder: **Balcke-Dürr Energietechnik GmbH
46049 Oberhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)**

(54) **Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten**

(57) Vorgeschlagen wird ein Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten, mit einem Strömungskanal und darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Einbauflächen (2). Die Einbauflächen sind wirbelerzeugende Flächen mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten (4), deren Verlauf sowohl eine in Hauptströmungsrichtung (3) des Gases als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist.

Zur Erzielung einer schnellen Vermischung bei besonders kurzer Mischstrecke sind mehrere gleichartige Einbauflächen (2) in einer Reihe (5) im wesentlichen quer zur Hauptströmungsrichtung (3) angeordnet. Ein-ander benachbarte Einbauflächen (2) überdecken sich in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung (3).



Beschreibung

Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten, mit einem Strömungskanal und darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Einbauflächen, wobei die Einbauflächen wirbelerzeugende Flächen mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten sind, deren Verlauf sowohl eine in Hauptströmungsrichtung des Gases als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist.

[0002] Zum Mischen von Gas- oder Flüssigkeitsströmungen in Rohrleitungen oder Kanälen benötigt man bei turbulenter Strömung Mischlängen vom 15 bis 100-fachen des Kanaldurchmessers. Mittels geeigneter statischer Mischer in Gestalt von Einbaukörpern läßt sich diese Mischstrecke deutlich verkürzen. Es muß jedoch bei den meisten herkömmlich angewendeten Systemen ein hoher Druckverlust insbesondere dann in Kauf genommen werden, wenn hohe Anforderungen an die Homogenität der sich einstellenden Mischung gestellt werden. Viele der herkömmlichen Mischsysteme sind außerdem auf einfache Geometrien beschränkt, z. B. auf zylindrische Rohre oder quadratische Kanäle, und lassen sich nicht bei Großanlagen und komplizierten Mischkammersystemen anwenden.

[0003] Aus der DE 29 11 873 C2 ist ein statischer Mischer bekannt, bei dem die Einbauten aus schräg angeströmten, deltaförmigen oder kreisscheibenförmigen Flächen bestehen, an deren Vorderkanten Wirbel entstehen. Die so gebildeten stationären und stabilen Wirbelsysteme wirken weit in den Strömungsnachlauf hinein, die zu mischenden Komponenten werden schichtenförmig eingerollt, was zu einer schnellen Vermischung bei sehr geringen Druckverlusten führt. Diese sogenannten "Wirbeleinbauflächen" haben sich wegen der erzielbaren kurzen Mischstrecke in der Praxis bewährt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten zu schaffen, der eine schnelle Vermischung bei nochmals kürzerer Mischstrecke bewirkt.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei einem Mischer mit den eingangs genannten Merkmalen vorgeschlagen, daß mehrere gleichartige Einbauflächen in einer Reihe im wesentlichen quer zur Hauptströmungsrichtung angeordnet sind, und daß sich aneinander benachbarte Einbauflächen in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung teilweise überdecken.

[0006] Ein solchermaßen ausgebildeter Mischer ermöglicht eine besonders schnelle Durchmischung der Strömung bei sehr kurzer Mischstrecke. Die Durchmischung hat zur Folge, daß die Profile des hindurchgeführten Gas- und/oder Flüssigkeitsstromes vergleich-

mäßigt werden, wobei Leistungseinbußen vermieden werden. Trotz der Bildung ausgedehnter und stabiler Wirbel hat die erfindungsgemäße Wirbeleinbaufläche einen verhältnismäßig geringen Strömungswiderstand, da sie nicht mit ihrer gesamten Oberfläche als Leitfläche wirkt, sondern mit ihren vorderen Kanten statische Wirbelfelder erzeugt, die sich in Strömungsrichtung selbsttätig erweitern, ohne daß für diese Erweiterung zusätzliche Einbauten oder Leitflächen erforderlich wären. Es ergibt sich zumindest durch die erfindungsgemäßen, einander in Bezug auf die Strömungsrichtung teilweise überdeckenden Wirbeleinbauflächen eine verlustarme und wirkungsvolle Durchmischung auf kurzer Mischstrecke.

[0007] Eine bevorzugte Weiterbildung des Mixers ist gekennzeichnet durch eine im Abstand hinter der Reihe angeordnete weitere Reihe von Einbauflächen, wobei die Anstellwinkel der Einbauflächen der weiteren Reihe entgegengesetzt zu den Anstellwinkeln der Einbauflächen der ersten Reihe sind. Durch eine solche Gestaltung des Mixers läßt sich zusätzlich zu dem Mischeffekt eine Vergleichmäßigung des Geschwindigkeitsprofils über den Querschnitt des Strömungskanals erzielen.

[0008] Der Anstellwinkel der Einbauflächen in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung beträgt vorzugsweise zwischen 40° und 80° , vorzugsweise 60° .

[0009] In weiterer Ausgestaltung des Mixers wird vorgeschlagen, daß der Strömungskanal einen im wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt mit einem Verhältnis von Breite zu Dicke von $B/D \geq 2$ aufweist, wobei die durch die Einbauflächen definierte Reihe sich in Richtung der Breite erstreckt.

[0010] Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mixers dargestellt, und zwar zeigen

Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Strömungskanal mit darin in zwei Reihen angeordneten Wirbeleinbauflächen und

Figur 2 einen Querschnitt durch den Strömungskanal entlang der Ebene II-II der Figur 1.

[0011] Figur 1 zeigt im Längsschnitt einen sich bei 1 verengenden Strömungskanal von rechteckförmigem Querschnitt. Der Strömungskanal wird von einem im homogenen Gas- oder Flüssigkeitsgemisch durchströmt. Unter Gasen und Flüssigkeiten sind hier alle so genannten "Newtonschen Flüssigkeiten" zu verstehen, d.h. einschließlich solcher Fluide, die sich in ihren strömungstechnischen Eigenschaften vergleichbar den Gasen verhalten.

[0012] In Figur 2 ist der Strömungskanal einschließlich seiner Breite B und seiner Dicke D im Querschnitt dargestellt. Das Verhältnis der Breite B zur Dicke D sollte vorzugsweise $B/D \geq 2$ betragen.

[0013] Figur 2 läßt ebenso wie Figur 1 erkennen, daß

in dem Strömungskanal in Reihe zueinander Einbauflächen 2 angeordnet sind. Beim Ausführungsbeispiel wird die Reihe durch insgesamt vier Einbauflächen 2 gebildet. Die Einbauflächen 2 jeder Reihe, die sich im wesentlichen quer zur Hauptströmungsrichtung 3 erstreckt, sind gleichartig gestaltet mit vorzugsweise jeweils demselben Anstellwinkel α zur Hauptströmungsrichtung 3. Der Anstellwinkel α zur Hauptströmungsrichtung 3 beträgt zwischen 40° und 80° , vorzugsweise 60° .

[0014] Die frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten 4 der beim Ausführungsbeispiel kreisscheibenförmig gestalteten Einbauflächen 2 weisen sowohl eine in Hauptströmungsrichtung, als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente auf. Da ferner jede Einbaufläche 2 unter einem spitzen Winkel zu der Hauptströmungsrichtung 3 in dem Strömungskanal angeordnet ist, entstehen an jeder Vorderkante 4 der Einbauflächen 2 Wirbelfelder, welche sich stromabwärts kreiskegelförmig ausbreiten. Dabei wälzen sich die einzelnen Wirbel nach innen auf die Rückseite der Einbaufläche 2 ab. Die an den einzelnen Vorderkanten 4 gebildeten Wirbel verhalten sich weitgehend statisch, verändern daher ihre Lage nicht. Jedes Wirbelfeld bildet durch seine Rotation eine Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung des Gases, die durch den damit verbundenen Impulsaustausch quer zur Strömungsrichtung eine gute Vermischung des Gasgemisches zur Folge hat. Verstärkt wird die Vermischung noch durch die besonders kompakte Anordnung der Einbauflächen 2 jeder Reihe, in dem sich einander benachbarte Einbauflächen 2 in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung 3 teilweise überdecken. Diese Überdeckung ist in Figur 2 mit dem Bezugszeichen 5 bezeichnet und schraffiert eingezeichnet.

[0015] In Figur 1 ist mit v_1 das Geschwindigkeitsprofil der Gasströmung beim Eintritt in die Mischstrecke bezeichnet. Dieses Geschwindigkeitsprofil ist, etwa aufgrund einer vorangehenden Umlenkung der Gasströmung, ungleichmäßig. Wird einer ersten Reihe 6 von Einbauflächen 2 eine zweite Reihe 7 von Einbauflächen 2 nachgeordnet, und sind die Anstellwinkel α' der Einbauflächen der zweiten Reihe 7 entgegengesetzt zu den Anstellwinkeln α der Einbauflächen der ersten Reihe 6, läßt sich beim Austritt aus der Mischstrecke eine Vergleichmäßigung des Geschwindigkeitsprofils erzielen, wie dies in Figur 1 mit dem Geschwindigkeitsprofil v_2 eingetragen ist.

[0016] Beim Ausführungsbeispiel sind die Einbauflächen 2 jeweils als runde Scheiben gestaltet. In gleicher Weise können jedoch als Wirbeleimbauflächen auch Scheiben mit deltaförmiger bzw. dreieckiger Grundform verwendet werden, oder elliptische oder parabelförmige Scheiben. Auch solche Scheiben besitzen symmetrisch und jeweils schräg zur Mittelebene angeordnete Vorderkanten, wie sie für das Entstehen von Vorderkantenwirbeln entscheidend sind.

Bezugszeichenliste

[0017]

5	1	Verengung
	2	Einbaufläche
	3	Hauptströmungsrichtung
10	4	Vorderkante
	5	Überdeckung
15	6	Reihe von Einbauflächen
	7	Reihe von Einbauflächen
	B	Breite des Strömungskanals
20	D	Dicke des Strömungskanals
	v_1	Geschwindigkeitsprofil beim Eintritt
25	v_2	Geschwindigkeitsprofil beim Austritt
	Ü	Überdeckung
	α	Anstellwinkel
30	α'	Anstellwinkel

Patentansprüche

- 35 1. Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten, mit einem Strömungskanal und darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Einbauflächen (2), wobei die Einbauflächen wirbelerzeugende Flächen mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten (4) sind, deren Verlauf sowohl eine in Hauptströmungsrichtung (3) des Gases als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist, **dadurch gekennzeichnet,**
40 **daß** mehrere gleichartige Einbauflächen (2) in einer Reihe (6) im wesentlichen quer zur Hauptströmungsrichtung (3) angeordnet sind, und daß sich einander benachbarte Einbauflächen (2) in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung (3) teilweise überdecken.
- 45 2. Mischer nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine im Abstand hinter der Reihe (6) angeordnete weitere Reihe (7) von Einbauflächen (2), wobei die Anstellwinkel (α') der Einbauflächen der weiteren Reihe (7) entgegengesetzt zu den Anstellwinkeln (α) der Einbauflächen der ersten Reihe (6) sind.

3. Mischer nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Anstellwinkel (α) der Einbauflächen (2) zwischen 40° und 80° beträgt, vorzugsweise 60° .

5

4. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einbauflächen (2) runde, elliptische oder dreieckförmige Scheiben sind.

10

5. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Strömungskanal einen im wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt mit einem Verhältnis von Breite (B) zu Dicke (D) von $B/D \geq 2$ aufweist, wobei die durch die Einbauflächen (2) definierte Reihe (6, 7) sich in Richtung der Breite (B) erstreckt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

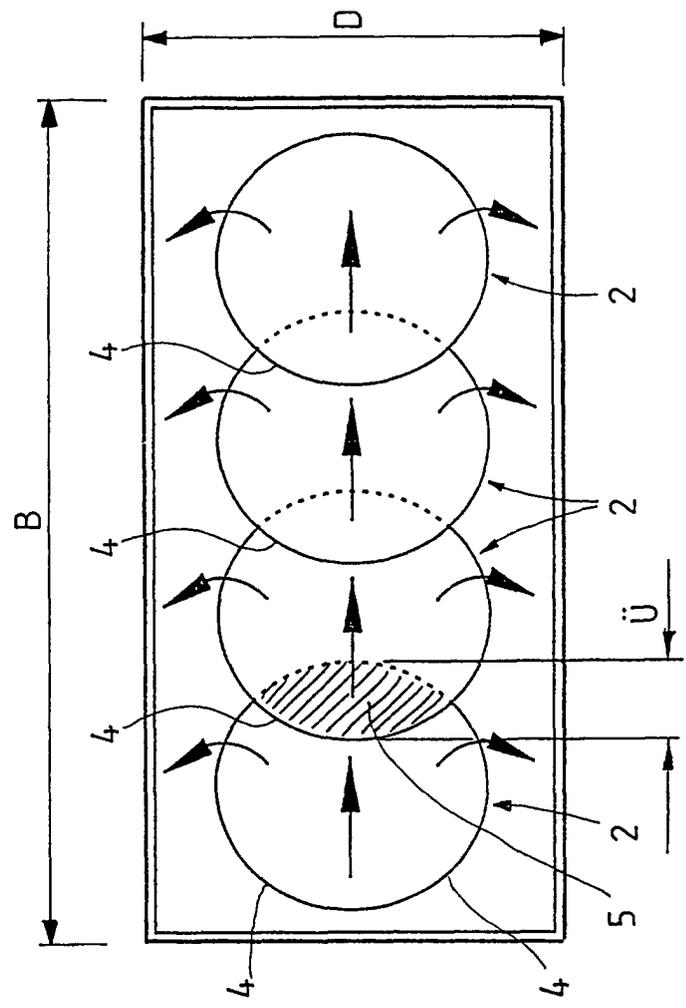
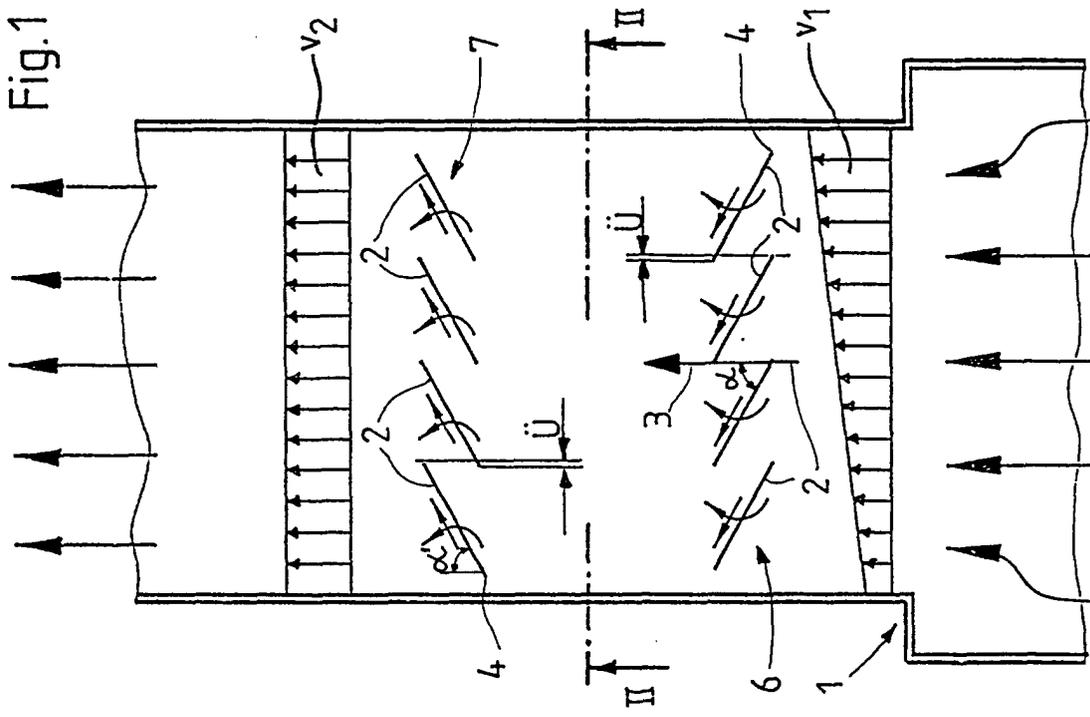


Fig.2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 11 2874

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)	
X	US 1 701 164 A (RALPH W SHAFOR) 5. Februar 1929 (1929-02-05)	1,2,5	B01F5/06	
Y	* das ganze Dokument und insbesondere Seite 2 Zeile 102 - Zeile 112, Seite 3 Zeile 34 - Zeile 43, Abbildungen 1-4,9,10,20,21 *	3,4		
D,Y	--- DE 29 11 873 A (BALCKE DUERR AG) 20. November 1980 (1980-11-20) * das ganze Dokument *	3,4		
A	--- US 5 150 535 A (FLEISSNER GEROLD) 29. September 1992 (1992-09-29) * das ganze Dokument *	1,2		
A	--- EP 0 070 917 A (SULZER AG) 9. Februar 1983 (1983-02-09) * das ganze Dokument *	1		
A	--- WO 95 08388 A (VITOBIO SA ;BONJOUR GEORGES (FR); BRUNON PAUL (FR); BALITOUT GERAR) 30. März 1995 (1995-03-30) * das ganze Dokument *	1		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 002, no. 054 (M-016), 19. April 1978 (1978-04-19) & JP 53 015668 A (BABCOCK HITACHI KK), 13. Februar 1978 (1978-02-13) * Zusammenfassung *	1,2,5		B01F
A	--- US 3 743 250 A (FITZHUGH W ET AL) 3. Juli 1973 (1973-07-03) * das ganze Dokument *	1,3,4		
	--- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer		
DEN HAAG	9. April 2001	Labeeuw, R		
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur				

EPC FORM 1503 03/82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 11 2874

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	GB 2 087 249 A (BALCKE DUERR AG) 26. Mai 1982 (1982-05-26) * das ganze Dokument * -----	2-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 9. April 2001	Prüfer Labeeuw, R
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 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	

EPC FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 00 11 2874

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.

09-04-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 1701164 A	05-02-1929	KEINE	
DE 2911873 A	20-11-1980	BR 8001793 A	23-12-1980
		ES 265655 Y	16-07-1986
		ES 276917 U	16-06-1984
		FR 2452621 A	24-10-1980
		GB 2045913 A, B	05-11-1980
		IT 1209199 B	16-07-1989
		US 4527903 A	09-07-1985
US 5150535 A	29-09-1992	DE 3932837 A	18-04-1991
		AT 109372 T	15-08-1994
		DE 59006684 D	08-09-1994
		DK 421182 T	21-11-1994
		EP 0421182 A	10-04-1991
		JP 2829324 B	25-11-1998
		JP 3125895 A	29-05-1991
EP 0070917 A	09-02-1983	CH 653909 A	31-01-1986
		AU 561435 B	07-05-1987
		AU 8649182 A	03-02-1983
		BR 8203968 A	28-06-1983
		CA 1211367 A	16-09-1986
		DE 3172836 D	12-12-1985
		JP 1706877 C	27-10-1992
		JP 3075216 B	29-11-1991
		JP 58030332 A	22-02-1983
		US 4744928 A	17-05-1988
WO 9508388 A	30-03-1995	FR 2710277 A	31-03-1995
JP 53015668 A	13-02-1978	JP 1223793 C	15-08-1984
		JP 59000244 B	06-01-1984
US 3743250 A	03-07-1973	CA 973540 A	26-08-1975
		DE 2323930 A	22-11-1973
		JP 897300 C	14-02-1978
		JP 50004647 A	18-01-1975
		JP 52026624 B	15-07-1977
GB 2087249 A	26-05-1982	DE 3043239 A	03-06-1982
		BR 8107390 A	10-08-1982
		ES 507136 D	01-10-1983
		ES 8308711 A	16-12-1983
		FR 2494129 A	21-05-1982
		IT 1142055 B	08-10-1986

EPO FORM P0461

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

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

EP 00 11 2874

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

09-04-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2087249 A		US 4498786 A	12-02-1985
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			

EPO FORM P0461

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