



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 985 803 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.03.2000 Patentblatt 2000/11

(51) Int. Cl.⁷: **F01D 9/04**, F01D 1/04

(21) Anmeldenummer: **98810899.9**

(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: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Löpf, Roland**
5413 Birmenstorf (CH)

• **Havakechian, Said, Dr.**
5400 Baden (CH)
• **Escher, Patrick, Dr.**
5400 Baden (CH)

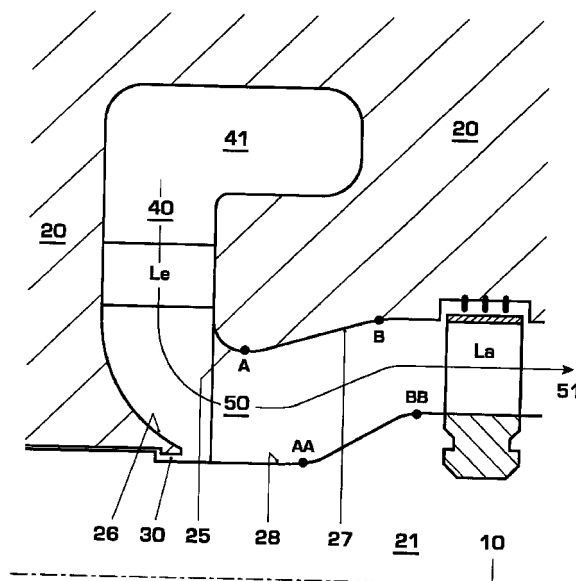
(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht(TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(54) **Turbinenstufe mit radialer Zuströmung und axialer Abströmung**

(57) Bei einer radialen-axialen Turbinenstufe strömt das Arbeitsmedium aus einer Zuströmspirale (41) durch einen Zuströmkanal (40) in radialer Richtung durch ein Leitgitter (Le). In einem stromab folgenden Überströmkanal (50) wird die Strömung so umgelenkt, dass das nachgeschaltete Laufrad (La) in axialer Hauptströmungsrichtung durchströmt wird. Durch eine zweckmässige Gestaltung der Wandkonturen (27,28) von Gehäuse (20) und Nabe (21) wird die Hauptstromlinie (51) zunächst mit einer radial nach aussen weisenden Komponente geführt, und vor dem Laufrad (La) wieder

rein axial ausgerichtet. Hierdurch entsteht eine der ursprünglichen Umlenkung entgegengerichtete Krümmung der Hauptstromlinie, durch die die Zuströmung zum Laufrad (La) homogenisiert wird. Die Knickstellen (AA, BB) der nabenseitigen Kanalwand (28) werden zweckmässig stromab den korrespondierenden gehäuseseitigen Knickstellen (A, B) angeordnet. Die hierdurch entstehende divergent-konvergente Kanalkontur fördert die Homogenisierung der Laufradanströmung zusätzlich.

Figur 1



EP 0 985 803 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Turbinenstufe mit radialer Zuströmung und axialer Abströmung, bei der eine Hauptströmung in einer Leitbeschaufelung radial zu einer Maschinenachse hin gerichtet ist und eine Laufbeschaufelung in axialer Hauptströmungsrichtung durchströmt wird, wobei eine gehäusesseitige Kanalwand und eine nabenseitige Kanalwand einen Strömungskanal einschliessen, welcher Strömungskanal aus einem radial verlaufenden Teil, einem in axialer Hauptrichtung verlaufenden Teil, und einer Radial-Axial-Strömungsumlenkung besteht, welche Radial-Axial-Strömungsumlenkung eine radiale Hauptströmung in eine axiale Hauptströmung umlenkt.

Stand der Technik

[0002] Die erste Stufe einer Dampfturbogruppe wird häufig in radial-axialer Bauart ausgeführt, bei der die Leitbeschaufelung in radialer und die Laufbeschaufelung in axialer Hauptrichtung durchströmt werden. Ein Hauptvorteil dieser Anordnung ist darin zu sehen, dass durch eine einfach vorzunehmende Umstaffelung der Leitschaufeln eine Anpassung der Leistungs- und Volumenstromklasse erfolgen kann. Die radial angeströmten Leitschaufeln können in diesem Falle beidseitig am Gehäuse befestigt sein, so, dass hier keine Dichtung gegenüber der rotierenden Welle eingebaut werden muss. Andererseits muss durch die notwendige Radial-Axial-Strömungsumlenkung eine sehr inhomogene und verlustbehaftete Anströmung des Laufrades in Kauf genommen werden. Aufgrund der Strömungsumlenkung wird ein radialer Druckgradient im Strömungskanal induziert, dergestalt, dass der Druck vom Gehäuse zur Nabe hin zunimmt. Insbesondere bei einem kleinen Abströmwinkel des Leitgitters und einer daraus resultierenden drallarmen Strömung zwischen Leit- und Laufgitter besteht darüber hinaus die Gefahr einer gehäuseseitigen Strömungsablösung beim Übergang von der radialen zur axialen Hauptströmung. Beide Faktoren führen potentiell zu schädlichen Sekundärströmungen im unmittelbar stromab gelegenen Laufrad.

[0003] Leckageströmungen, die etwa aus einer Dichtung zwischen einem Schubausgleichskolben und dem Strömungskanal resultieren, können zu einer zusätzlichen Fehlanströmung des Laufgitters in Nabennähe führen.

Darstellung der Erfindung

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, bei einer Turbinenstufe mit radialer Zuströmung und axialer Abströmung, bei der eine Hauptströmung in einer Leitbeschaufelung radial zu einer Maschinenachse hin gerichtet ist und eine Laufbeschaufelung in axialer

Hauptströmungsrichtung durchströmt wird, wobei eine gehäusesseitige Kanalwand und eine nabenseitige Kanalwand einen Strömungskanal einschliessen, welcher Strömungskanal aus einem radial verlaufenden Teil, einem in axialer Hauptrichtung verlaufenden Teil, und einer Radial-Axial-Strömungsumlenkung besteht, welche Radial-Axial-Strömungsumlenkung eine radiale Hauptströmung in eine axiale Hauptströmung umlenkt, eine möglichst homogene Anströmung des Laufgitters zu schaffen.

[0005] Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass stromab der Radial-Axial-Strömungsumlenkung der in axialer Hauptrichtung gerichtete Teil des Strömungskanals in einem ersten Abschnitt von der Maschinenachse weg weist, und unmittelbar vor der Laufbeschaufelung in rein axialer Richtung verläuft.. Durch die Krümmung der Hauptstromlinie entgegen der ursprünglichen Umlenkung wird eine Homogenisierung der Axialgeschwindigkeit und des Druckes über der Kanalhöhe erreicht.

[0006] Aufgrund der vergrösserten Länge des Zuströmkanals kann es abhängig von der Kanalgeometrie zu einem unerwünscht starken Anwachsen der Grenzschichten kommen. Innerhalb der Grenzschicht stellt sich, abhängig von der spezifischen Stufenkinematik, unter Umständen insbesondere nabenseitig ein krasses Missverhältnis von Axial- und Umfangsgeschwindigkeit ein: Zur Nabe hin nimmt aufgrund der Rotation der Welle die Umfangsgeschwindigkeit des Arbeitsmediums weniger stark ab als die Axialkomponente. In der nabenseitigen Grenzschicht wandert der Staupunkt der Anströmung einer Laufschaufel somit auf die Druckseite, wodurch die akute Gefahr der saugseitigen Ablösung besteht. Die radiale Ausdehnung des betroffenen Schaufelbereichs wird verkleinert, indem die Strömung unmittelbar vor dem Laufradeintritt in Richtung der Maschinenachse beschleunigt, das heisst der Querschnitt des Strömungskanals verkleinert wird.

[0007] Unmittelbar stromab der Radial-Axial-Strömungsumlenkung hingegen ist eine Querschnittserweiterung des Strömungskanals von Vorteil. Bei geringem Drall der Leitrad-Abströmung steigt hierdurch einerseits die Ablösegefahr der Strömung auf der Gehäuseseite, jedoch werden die nabenseitig vorliegenden ausgeprägten Geschwindigkeitsmaxima abgebaut, was ebenfalls zu einer Vergleichsmässigung des Axialgeschwindigkeitsprofils beiträgt. Die Querschnittserweiterung ist, wie unten dargestellt, ebenso von Vorteil, wenn eine Leckageströmung zugemischt werden muss.

[0008] Bei Maschinen der eingangs erwähnten Bauart ist häufig auf der Einstromseite ein Schubausgleichskolben auf der Welle angeordnet. In diesem Fall muss eine Leckageströmung aus der Abdichtung zwischen Welle und Gehäuse in den Überströmkanal zwischen Leit- und Laufbeschaufelung eingebracht werden. Die Leckageströmung birgt jedoch ein zusätzliches Potential zur Störung der Hauptströmung und der Fehlanströ-

mung des Laufgitters. Dieser Störeffekt kann durch mehrere, teilweise bereits vorweggenommene Massnahmen deutlich reduziert werden. Hierzu wird der Austrittsspalt der Dichtung nabenseitig am stromab gelegenen Ende der Radial-Axial-Strömungsumlenkung platziert. Durch die Strömungsumlenkung einerseits und die stromab gelegene Querschnittserweiterung des Strömungskanals besteht somit an der Stelle, an der der Leckagestrom eingebracht wird, ein Gebiet hohen Druckes im Überströmkanal, wodurch der Leckagemassenstrom bei gegebener Dichtungsgeometrie reduziert wird. Zusätzlich kann der Austrittsspalt der Dichtung so ausgebildet werden, dass die Leckage möglichst parallel zur Hauptströmung entlang der Nabe geführt wird, wodurch potentielle schädliche Wechselwirkungen mit der Hauptströmung nochmals reduziert werden.

[0009] Im folgenden wird ein Beispiel für die Ausführung der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0010] Die einzige Figur zeigt ein Beispiel für die erfindungsgemässe Ausführung einer radial-axialen Turbinenstufe.

[0011] Der Aussenradius der Strömungsumlenkung wird zwar durch das Gehäuse gebildet, aufgrund der Funktion wird dennoch die Bezeichnung "nabenseitige Strömungsumlenkung" gebraucht.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0012] Bei der in der Abbildung dargestellten radial-axialen Turbinenstufe strömt das Arbeitsmedium aus der asymmetrisch ausgebildeten Einstromspirale durch den Einstromkanal 40 in radialer Richtung durch das Leitgitter Le in den Überströmkanal 50, und wird in der durch die Kanalwände 25, 26 gebildete Radial-Axial-Strömungsumlenkung in axiale Richtung gelenkt. Erfindungsgemäss werden die Kanalwände 27, 28 bis zum Eintritt in das Laufgitter La so gestaltet, dass der Hauptstromlinie 51 unmittelbar stromab der Radial-Axial-Strömungsumlenkung eine radial nach aussen gerichtete Komponente aufgeprägt wird, und die Hauptstromlinie 51 unmittelbar stromauf des Laufrades La wieder in rein axiale Richtung geführt wird. Im Ausführungsbeispiel erhält die gehäusesseitige Wand 27 des Überströmkanals 50 hierzu unmittelbar stromab der Umlenkung eine Knickstelle A, stromab derer sie von der Maschinenachse 10 divergent geführt wird. Ab der Gegenknickstelle B verläuft die gehäusesseitige Wand 27 wieder parallel zur Maschinenachse 10, oder auf diese zu. Ebenso wird die nabenseitige Wand 28 stromab einer Knickstelle AA von der Maschinenachse 10 weg- und ab der Gegenknickstelle BB wieder parallel geführt.

[0013] Mit Vorteil wird die Lage der nabenseitigen Knickstellen AA und BB eine Strecke stromab der korrespondierenden gehäusesseitigen Knickstellen A und B

gewählt. Hierdurch entsteht ein divergent-konvergenter Verlauf des Strömungskanals 50 im wesentlich axial gerichteten Teil des Strömungskanals 50 stromab der Radial-Axial-Strömungsumlenkung. Im divergenten Teil wird das ausgeprägte Geschwindigkeitsmaximum, das sich an der nabenseitigen Umlenkung 26 ausbildet, abgebaut; weiterhin wird der aus dem DichtungsAustrittsspalt 30 zusätzlich zugeführte Massenstrom der Hauptströmung unter weitgehender Vermeidung schädlicher Wechselwirkungen zugeführt. Im konvergenten Teil des Strömungskanals 50 wird die Strömung stromauf des Laufrades La in axialer Richtung beschleunigt, wodurch gegebenenfalls auftretende Gebiete übermässiger Laufrad-Fehlanströmung insbesondere an der nabenseitigen Kanalwand 28 signifikant verkleinert werden.

[0014] Die Lage des Dichtungs-Austrittsspalt 30 wird mit Vorteil an einer Stelle möglichst hohen Druckes im Strömungskanal gewählt, und dergestalt, dass durch die Zentrifugalkraft der Hauptströmung die Eindringtiefe der Leckageströmung in den Strömungskanal begrenzt wird. Letzteres kann weiterhin dadurch unterstützt werden, dass der Austrittsspalt 30 am Ende der Radial-Axial-Umlenkung platziert wird, und der Austrittsspalt 30 durch seine Gestaltung den Leckagestrom möglichst laminar und parallel zur nabenseitigen Kanalwand 28 führt.

Bezugszeichenliste

[0015]

10	Maschinenachse
20	Gehäuse
21	Nabe
25	gehäusesseitige Strömungsbegrenzung der radial-axial-Umlenkung
26	nabenseitige Strömungsbegrenzung der radial-axial-Umlenkung
27	gehäusesseitige Kanalwand
28	nabenseitige Kanalwand
30	Leckagespalt einer berührungslosen Dichtung
40	radiale Einlaufstrecke
41	Einlaufspirale
50	Überströmkanal vom Leitrad zum Laufrad
51	Hauptstromlinie
A	gehäusesseitige Knickstelle
B	gehäusesseitige Gegenknickstelle
AA	nabenseitige Knickstelle
BB	nabenseitige Gegenknickstelle
Le	Leitgitter
La	Laufgitter

Patentansprüche

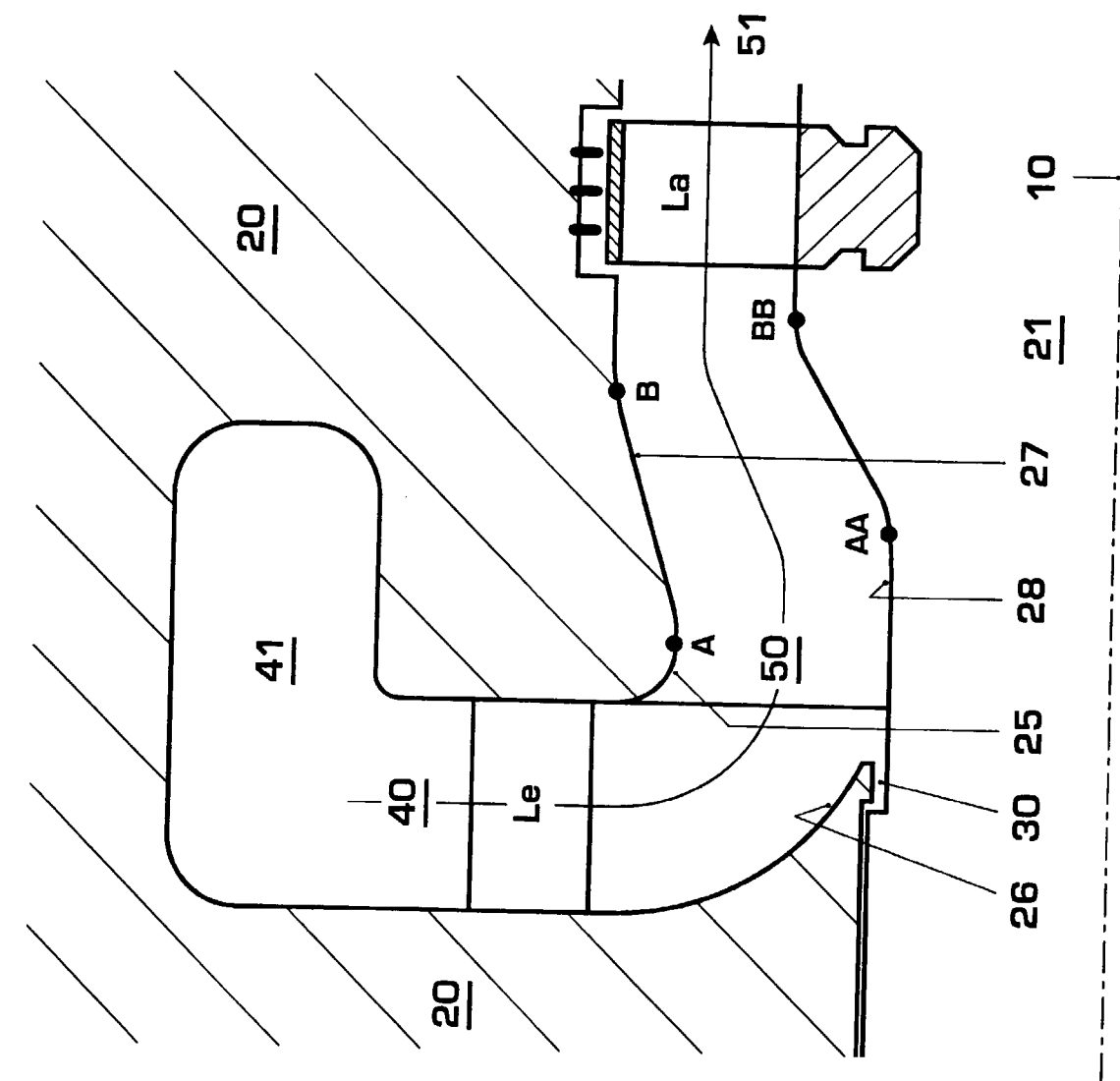
1. Turbinenstufe mit radialer Zuströmung und axialer Abströmung, bei der eine Hauptströmung in einer Leitbeschaukelung (Le) radial zu einer Maschinen-

achse (10) hin gerichtet ist und eine Laufbeschaufelung (La) in axialer Hauptströmungsrichtung durchströmt wird, wobei eine gehäusesseitige Kanalwand (27) und eine nabenseitige Kanalwand (28) einen Strömungskanal (50) einschliessen, welcher Strömungskanal aus einem radial verlaufenden Teil, einem in axialer Hauptrichtung verlaufenden Teil, und einer Radial-Axial-Strömungsumlenkung besteht, welche Radial-Axial-Strömungsumlenkung eine radiale Hauptströmung in eine axiale Hauptströmung umlenkt, dadurch gekennzeichnet, dass stromab der Radial-Axial-Strömungsumlenkung der in axialer Hauptrichtung gerichtete Teil des Strömungskanals (50) in einem ersten Teil von der Maschinenachse (10) weg weist, und unmittelbar vor der Laufbeschaufelung (La) in rein axiale Richtung geführt ist.

2. Turbinenstufe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (50) unmittelbar stromauf der Laufbeschaufelung (La) eine Abnahme des durchströmten Querschnitts aufweist. 20
3. Turbinenstufe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (50) unmittelbar stromab der Radial-Axial-Strömungsumlenkung eine Querschnittserweiterung aufweist. 25
4. Turbinenstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die gehäusesseitige Kanalwand (27) zwischen der Radial-Axial-Strömungsumlenkung und dem Laufrad-Eintritt mindestens eine Knickstelle (A) aufweist, stromab derer die gehäusesseitige Kanalwand (27) in Hauptströmungsrichtung (51) von der Maschinenachse (10) weg weist, und, dass stromab der Knickstelle (A) mindestens eine Gegenknickstelle (B) angeordnet ist. 30
5. Turbinenstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die nabenseitige Kanalwand (28) zwischen der Radial-Axial-Strömungsumlenkung und dem Laufrad-Eintritt mindestens eine Knickstelle (AA) aufweist, stromab derer die nabenseitige Kanalwand (28) in Hauptströmungsrichtung (51) von der Maschinenachse (10) weg weist, und, dass stromab der Knickstelle (AA) mindestens eine Gegenknickstelle (BB) angeordnet ist. 45
6. Turbinenstufe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die nabenseitigen Knickstellen (AA, BB) stromab der korrespondierenden gehäusesseitigen Knickstellen (A, B) angeordnet sind. 50
7. Turbinenstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

bei der ein Leckagestrom einer berührungslosen Dichtung in die Hauptströmung einströmt, dadurch gekennzeichnet, dass ein Austrittsspalt der berührungslosen Dichtung so angeordnet wird, dass der Leckagestrom an einer Stelle höchsten Druckes im Strömungskanal eingebracht ist.

8. Turbinenstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der ein Leckagestrom einer berührungslosen Dichtung in die Hauptströmung einströmt, dadurch gekennzeichnet, dass eine Leckageströmung parallel zur Hauptströmung geführt ist.



Figur 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0899

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 2 429 936 A (KENNEY ET AL.) 28. Oktober 1947 * Abbildung 1 *	1-3,5	F01D9/04 F01D1/04
X	DE 40 14 976 C (MTU MOTOREN UND TURBINEN UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH) 25. Juli 1991 * Zusammenfassung *	1-6	
X	GB 1 162 440 A (SHELL INTERNATIONAL RESEARCH MAATSAPPIJ N.V.) 27. August 1969 * Abbildung 1 *	1-3,5	
A	EP 0 024 275 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 4. März 1981 * Zusammenfassung *	1	
A	DE 22 31 015 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 20. Dezember 1973 * Abbildung 1 *	1	
A	DE 10 76 145 B (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE A.G.) * Abbildung 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3. Februar 1999	Prüfer Argentini, A
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 98 81 0899

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

03-02-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2429936	A	28-10-1947	KEINE		
DE 4014976	C	25-07-1991	KEINE		
GB 1162440	A	27-08-1969	CH	476915 A	15-08-1969
			DE	1751465 A	15-07-1971
			FR	1567685 A	16-05-1969
			NL	6807797 A	06-12-1968
EP 0024275	A	04-03-1981	KEINE		
DE 2231015	A	20-12-1973	CH	545414 A	31-01-1974
DE 1076145	B		KEINE		

EPO FORM P0461

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