



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 006 263 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.06.2000 Patentblatt 2000/23**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F01D 5/18, F01D 5/14**

(21) Anmeldenummer: **98811184.5**

(22) Anmeldetag: **30.11.1998**

(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**

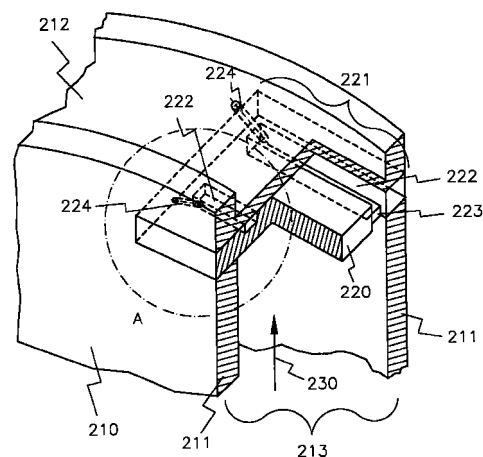
(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG  
5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder: **Hähle, Hartmut  
79790 Küssaberg (DE)**

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

(54) **Schaufelkühlung**

(57) Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen dienen der Führung eines Kühlfluides 230 in einer gekühlten Schaufel 210 einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine. Die Schaufel 210 weist hierbei zumindest einen in der Schaufel verlaufenden Kühlkanal 213 auf. Erfindungsgemäß ist zumindest ein Einschubelement 220 in zumindest einer Aussparung 221 der Schaufel 210 angeordnet. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung grenzt das in der Aussparung 221 angeordnete Einschubelement 220 unmittelbar an die Deckwand 212 und/oder zumindest eine Seitenwand 211 der Schaufel an. Ferner ist in dem Einschubelement zumindest ein Strömungskanal 222 angeordnet, der bevorzugt aus einer in dem Einschubelement 220 angeordneten Nut und der unmittelbar angrenzenden Deckwand 212 und/oder Seitenwand 211 gebildet wird. Der Strömungskanal 222 ist mittels zumindest einer Öffnung 223 mit dem Kühlkanal 213 verbunden. Darüber hinaus strömt das dem Strömungskanal 222 zugeführte Kühlfluid 230 durch eine Durchlaßöffnung 224 in der Deckwand 212 und/oder der Seitenwand 211 in die die Schaufel umströmende Hauptströmung ab. Eine typische Ausführung der Erfindung ist in Figur 2 dargestellt.



*Fig. 2*

**EP 1 006 263 A1**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Führung der Strömung eines Kühlfluides in einem Kühlkanal einer innengekühlten Schaufel einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine.

### Stand der Technik

[0002] Der Wirkungsgrad von Turbomaschinen, insbesondere von Gasturbinen, kann über eine Erhöhung des Druckes und der Temperatur des Fluides als den Kreisprozeß bestimmende Parameter verbessert werden.

Die im Betrieb von Turbomaschinen heutzutage üblichen Fluidtemperaturen liegen insbesondere im Turbineneintrittsbereich bereits deutlich über den zulässigen Materialtemperaturen der Bauteile. Vor allem die Beschaukelung der Turbine ist hierbei unmittelbar der heißen Fluidströmung ausgesetzt. Die durch die Wärmeleitung des Materials bedingte Wärmeabfuhr der Turbinenschaufeln ist in der Regel nicht ausreichend, um eine Übertemperatur der Schaufeln zu vermeiden. Zu hohe Materialtemperaturen führen zunächst zu einem Rückgang der Festigkeitswerte des Werkstoffs. Hierbei kommt es oftmals zur Rißbildung in Bauteilen. Im Falle des Überschreitens der Schmelztemperatur des Werkstoffs kommt es darüber hinaus zu einer lokalen oder auch vollständigen Zerstörung des Bauteils. Um diese fatalen Folgen zu vermeiden, ist es somit erforderlich, insbesondere die Turbinenschaufeln einer Turbomaschine zusätzlich zu kühlen.

Als ein heutzutage übliches Kühlverfahren zur Kühlung von Schaufeln mittels eines Kühlfluides, zumeist Kühlluft, kommt vorwiegend die sogenannte Konvektionskühlung zum Einsatz. Hierbei wird das Kühlfluid durch die jeweils hohl ausgebildeten oder mit Kühlkanälen versehenen Schaufeln geleitet. Infolge der niedrigeren Temperatur des Kühlfluides im Vergleich zur Temperatur des Schaufelmaterials kommt es infolge erzwungener Konvektion in den Kühlkanälen zu einem Wärmeübergang zwischen dem Schaufelmaterial und dem Kühlfluid. Bei einer effizienten Kühlung liegt die sich einstellende Materialtemperatur somit unter der maximal zulässigen Temperatur des Schaufelwerkstoffs.

[0003] Das Kühlfluid strömt am Ende des Kühlkanals zumeist über eine oder mehrere Öffnungen in der Schaufelwand in die Hauptströmung aus. Oftmals wird das Kühlfluid aber auch am Ende des Kühlkanal in eine weitere, interne Kammer geleitet und gelangt von dort in einen weiteren Kühlkanal oder auch in die Hauptströmung.

Ein weiteres Verfahren zur Kühlung von Schaufeln stellt die sogenannte Filmkühlung dar. Hierbei wird ein Kühlfluid, zumeist ebenso Kühlluft, das in Kühlkanälen zuge-

führt wird, durch Öffnungen in der Schaufel auf die Schaufeloberfläche ausgeblasen. Das Kühlfluid bildet hierbei eine einem Fluidfilm ähnliche Trennschicht zwischen der Schaufelwand und dem heißen Strömungsfluid aus. Somit kommt es zu keinem direkten Wärmeübergang zwischen dem heißen Fluid der Hauptströmung und der Schaufel.

[0004] Beide Verfahren weisen nachteilig auf, daß die Schaufel nicht überall gleichmäßig gekühlt wird. Im Falle der Konvektionskühlung ist die Wärmeübertragung direkt abhängig von den Strömungsverhältnissen in den Kühlkanälen. Höhere Strömungsgeschwindigkeiten des Kühlfluides erhöhen die Wärmeübertragung. Insbesondere Bereiche in der Schaufelspitze sind hierbei oftmals benachteiligt, da sich hier insbesondere längs der die Schaufel abschließenden Deckwand Bereiche mit nur sehr geringen Strömungsgeschwindigkeiten des Kühlfluides oder auch Totwassergebiete ergeben. Diese Nachteile konnten bisher nur mittels sehr komplizierter Verläufe der Kühlkanäle in der Schaufel ausgeglichen werden. Die Herstellung solcher Schaufeln ist äußerst aufwendig und somit teuer. Aufgrund der gießtechnischen Herstellung der Schaufeln verbleiben überdies in der Regel zudem eine oder mehrere Öffnungen in den Schaufelwänden, die während des Gießens zur Fixierung des Gießkerns erforderlich waren.

### Darstellung der Erfindung

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Strömung eines Kühlfluides einer gekühlten Schaufel einer Turbomaschine zu führen.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Führung des Kühlfluides zumindest ein Einschubelement in zumindest einer Aussparung der Schaufel angeordnet ist. Die Schaufel weist neben zumindest einem in der Schaufel verlaufenden Kühlkanal zumindest eine Zuführöffnung zur Zuführung von Kühlfluid in den Kühlkanal und darüber hinaus zumindest eine weitere Öffnung auf. Die Aussparung und das Einschubelement erstrecken sich in Schaufellängsrichtung nur über einen Teilbereich der Schaufel. Das Einschubelement ragt hierbei zumindest teilweise in zumindest einen Kühlkanal der Schaufel. Infolge der Anordnung des Einschubelements ergibt sich ein lokal veränderter Verlauf des Kühlkanals und somit eine lokal veränderte Führung des Kühlfluides in dem Kühlkanal. Es wurde gefunden, daß durch die Anordnung eines Einschubelements in einer Aussparung der Schaufel der Wärmeaustausch und somit die Bauteilkühlung in zuvor benachteiligten Wandbereichen verbessert wird. Bevorzugt sind die Aussparung und das Einschubelement mit rechteckigem oder schlitzförmigem Querschnitt ausgeführt. Der zu betrachtende Querschnitt ist hierbei der Querschnitt senkrecht zur Einschubrichtung des Einschubelements. Besonders zweckmäßig ist es, die Abmessungen der Aussparung und des Einschub-

elements zueinander in Form einer Preßpassung auszuführen. Infolgedessen kann das Einschubelement mittels Formschluß in die Aussparung eingefügt werden. Zweckmäßig wird das Einschubelement oftmals auch gelötet. Ferner ist es von Vorteil, das Einschubelement senkrecht zur Schaufelhöhenrichtung in der Aussparung anzuordnen.

Sowohl die Aussparung als auch das Einschubelement erstrecken sich zweckmäßig von der Saugseite zur Druckseite der Schaufel. Insbesondere die Aussparung kann hierdurch fertigungstechnisch in einfacher Weise hergestellt und bearbeitet werden. Die äußere Kontur des Einschubelements ist vorteilhaft der Kontur des Schaufelprofils an der Stelle der Aussparung angepaßt. Somit werden stolperstellenähnliche Übergänge im Verlauf der Wandkontur der Schaufel vermieden. Derartige stolperstellenähnliche Übergänge würden zu höheren Strömungsverlusten der Hauptströmung der Turbomaschine führen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist zumindest das Einschubelement einen Absatz oder eine stetig verlaufende Querschnittsverminderung auf. Der Querschnitt des Einschubelements wird hierbei vorteilhaft in Einschubrichtung des Einschubelements in die Aussparung vermindert. Die Aussparung ist zweckmäßig in gleicher Weise ausgeführt, so daß das Einschubelement mittels Formschluß in die Aussparung eingefügt werden kann. Insbesondere bei Rotorschaukeln ist es besonders zweckmäßig, den Absatz so anzuordnen, daß der Querschnitt des Einschubelements entgegen der Drehrichtung des Rotors vermindert wird und der Formschluß zwischen dem Einschubelement und der Aussparung in dem Bereich der Querschnittsverminderung gegeben ist. Es stellte sich heraus, daß mit einer solchen Anordnung infolge der während einer Beschleunigung des Rotors auf das Einschubelement wirkenden Trägheitskräfte als auch der fluiddynamischen Druckkräfte des Strömungsfluides ein Lösen des Einschubelements in der Aussparung besonders gut verhindert wird.

**[0007]** Es ist besonders zweckmäßig, die Aussparung und das Einschubelement erfindungsgemäß so anzuordnen, daß das in der Aussparung angeordnete Einschubelement unmittelbar an die Deckwand und/oder zumindest eine Seitenwand der Schaufel angrenzt oder zumindest teilweise in die Deckwand und/oder die Seitenwand integriert ist. Das in dieser Weise angeordnete Einschubelement weist darüber hinaus vorteilhaft zumindest einen in dem Einschubelement angeordneten Strömungskanal auf. Bevorzugt ist hierzu in dem Einschubelement eine Nut so angeordnet, daß diese Nut zusammen mit der angrenzenden Deckwand und/oder einer angrenzenden Seitenwand der Schaufel den Strömungskanal bildet. Der Strömungskanal ist über zumindest eine Öffnung mit dem Kühlkanal verbunden und weist darüber hinaus vorzugsweise zumindest eine Auslaßöffnung auf. Üblicherweise ist der Strömungskanal hierbei mit einem

kleineren Strömungsquerschnitt ausgeführt als der Kühlkanal. Es ist besonders zweckmäßig, die Auslaßöffnung des Strömungskanals als Durchlaßöffnung in der angrenzenden Deckwand und/oder einer angrenzenden Seitenwand auszuführen. Sofern der Kühlkanal keine weiteren Auslaßöffnungen aufweist, durchströmt somit das gesamte, dem Kühlkanal zugeführte Kühlfluid den Strömungskanal. Sind weitere Auslaßöffnungen des Kühlkanals vorhanden, so teilt sich der Kühlfluidmassenstrom entsprechend auf. Sofern in der Schaufel mehrere Kühlkanäle angeordnet sind oder der Kühlkanal in Teilkanäle unterteilt ist, kann die Auslaßöffnung des Strömungskanals auch zweckmäßig in einen weiteren Kühlkanal oder einen weiteren Teilkanal des Kühlkanals einmünden. Es stellte sich heraus, daß mittels eines derartigen Strömungskanals das Kühlfluid gezielt längs der angrenzenden Deckwand und/oder der angrenzenden Seitenwand geführt werden kann. Dies ermöglicht eine gezielte Kühlung von Wandbereichen, die zuvor schlecht oder gar nicht gekühlt waren. Darüber hinaus wurde gefunden, daß die Kühlwirkung des in einem derartigen Strömungskanal geführten Kühlfluides oftmals erhöht wird. Dies resultiert aus dem erhöhten Wärmeübergang infolge höherer Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb des Strömungskanals im Vergleich zur Strömungsgeschwindigkeit des Kühlfluides im Kühlkanal der Schaufel.

Besonders zweckmäßig sind in dem Strömungskanal Turbulatoren angeordnet, die zu einer Erhöhung des Turbulenzgrades des durch den Strömungskanal strömenden Kühlfluides führen. Hierdurch wird der Wärmeübergang des Kühlfluides auf die Seitenwände nochmals erhöht und die Kühlwirkung somit gesteigert. Als derartige Turbulatoren können beispielsweise einfache Querstege in dem Strömungskanal eingesetzt werden.

**[0008]** Ferner ist es vorteilhaft, die Aussparung und das Einschubelement so anzuordnen, daß das in der Aussparung angeordnete Einschubelement unmittelbar an die Deckwand und/oder zumindest eine Seitenwand angrenzt oder zumindest teilweise in die Deckwand und/oder die Seitenwand integriert ist und hierbei zumindest eine Öffnung des Kühlkanals zumindest teilweise verschließt. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Kühlkanal zusätzlich zu der Einlaßöffnung und den Auslaßöffnungen weitere oder auch zu große Öffnungen aufweist, durch die das Kühlfluid zu rasch entweichen würde. Derartige Öffnungen können beispielsweise als Folge gießtechnisch bedingter Gießkernhalterungen auftreten.

### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0009]** In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

**[0010]** Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Schaufel

mit einer Aussparung im Bereich der Schaufelspitze und einem in der Aussparung angeordneten Einschubelement.

Fig. 2 einen perspektivischen Schnitt durch eine Schaufel mit einer Aussparung und einem in der Aussparung angeordneten, an die Deckwand der Schaufel angrenzenden Einschubelement und zwei in dem Einschubelement verlaufende Strömungskanäle.

Fig. 3 eine Vergrößerung des Strömungskanals und der Auslaßöffnung des Strömungskanals aus Fig. 2.

Fig. 4 einen Schnitt durch eine Schaufel in der Seitenansicht mit einem an die Deckwand der Schaufel angrenzenden Einschubelement, wobei das Einschubelement einen Strömungskanal aufweist, aus dem das Kühlfluid in die Hauptströmung ausströmt.

Fig. 5 einen Schnitt durch eine Schaufel in der Seitenansicht mit einem mehrteiligen, durch eine Zwischenwand unterteilten Kühlkanal und einem an die Deckwand der Schaufel angrenzenden Einschubelement, wobei das Einschubelement einen Strömungskanal aufweist, aus dem das Kühlfluid aus dem ersten Teilkanal des Kühlkanals in den zweiten Teilkanal des Kühlkanals strömt.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

[0011] Figur 1 zeigt eine innengekühlte Schaufel 110 einer Turbomaschine mit einer erfindungsgemäßen Aussparung 121 und einem erfindungsgemäß in der Aussparung angeordnetem Einschubelement 120. Die dargestellte Schaufel 110 ist im Bereich des Einschubelements 120 deckbandlos ausgeführt. Der in der Schaufel 110 verlaufende Kühlkanal ist in Figur 1 nicht dargestellt. Die Aussparung 121 und das Einschubelement 120 sind hier im Bereich der Schaufelspitze in einer vorteilhaften Ausgestaltung in etwa senkrecht zur Schaufelhöhenrichtung 118 angeordnet. In der dargestellten Ausführung sind die Aussparung 121 und das Einschubelement 120 im Bereich maximaler Schaufeldicke in der Schaufel angeordnet und erstrecken sich in Schaufellängsrichtung nur über einen Teilbereich der Schaufel. Die Anordnung des Einschubelements und der Aussparung in einer Schaufel kann aber auch an einer anderen als der dargestellten Position der Schaufel erfolgen. Gemäß der Darstellung weisen die Aussparung 121 und das Einschubelement 120 einen rechteckigen Querschnitt auf. Der hierbei betrachtete Querschnitt ist der Querschnitt senkrecht zur Einschubrichtung des Einschubelements. Die Abmessungen der Aussparung 121 und des Einschubelements 120 sind hier zweckmäßig zueinander als Preßpassung realisiert. Ferner ist das Einschubelement in der Aussparung mittels Löten fixiert. Hierdurch ist es in einer einfachen und kostengünstigen Weise möglich, das

Einschubelement in der Aussparung zu befestigen. Der äußere Konturverlauf des Einschubelements 120 ist der Schaufelprofilkontur an der Stelle der Aussparung angepaßt. Infolgedessen werden stolperstellenähnliche Übergänge in dem Konturverlauf der Schaufel vermieden.

[0012] In Figur 2 ist die erfindungsgemäße Anordnung des Einschubelements 220 in der Aussparung 221 der Schaufel 210 in einem Schnitt durch die Schaufel 210 perspektivisch dargestellt. Die innen hohl ausgeführte Schaufel 210 weist neben einer druckseitigen und einer saugseitigen Seitenwand 211 eine den schaufelinneren Hohlraum abschließende Deckwand 212 auf. Der schaufelinnere Hohlraum dient hier als einteiliger Kühlkanal 213 der Schaufel 210. Das Kühlfluid 230 wird der Schaufel durch eine in der Figur nicht dargestellte Zuführöffnung im Schaufelfuß zugeführt.

Das in Figur 2 dargestellte Einschubelement 220 ist im Schaufelspitzenbereich näherungsweise senkrecht zur Schaufelhöhenrichtung in der Aussparung 221 angeordnet. In Schaufellängsrichtung erstreckt sich die Aussparung 221 und das Einschubelement 220 nur über einen Teilbereich der Schaufel 210, wohingegen sich sowohl die Aussparung 221 als auch das Einschubelement 220 in Schaufeldickenrichtung durchgängig von der Druckseite zur Saugseite der Schaufel erstrecken. Die schaufeläußeren Konturen des Einschubelements 220 sind zweckmäßig den äußeren Profilkonturen der Schaufel 210, somit der druckseitigen und der saugseitigen Schaufelprofilkontur, angepaßt. Die Aussparung 221 und das Einschubelement 220 sind jeweils mit einem aufeinander abgestimmten Querschnitt ausgeführt und mittels Preßpassung zusammengefügt. Die plan ausgeführte Oberseite des Einschubelements 220 grenzt hier unmittelbar an die schaufelinnere Seite der Deckwand 212 an. Darüber hinaus weist das Einschubelement 220 in der dargestellten Ausführung der Erfindung mehrere Nuten dergestalt auf, daß zwei auf der Oberseite des Einschubelements 220 getrennt voneinander angeordnete Nuten zusammen mit der Deckwand 212 zwei Strömungskanäle 222 bilden. Diese Strömungskanäle 222 verlaufen somit parallel zur Deckwand 212 entlang dieser. Die Strömungskanäle 212 sind über weitere, in der vorderen Stirnseite des Einschubelements 220 angeordnete Öffnungen 223 mit dem Kühlkanal 213 der Schaufel 210 verbunden. Kühlfluid 230 kann somit aus dem Kühlkanal 213 in die Strömungskanäle 222 einströmen. Die dargestellten Strömungskanäle 222 und die Öffnungen 223 sind zwar als Rechteck-Nuten ausgeführt; die Ausführungen der Nuten sind aber grundsätzlich frei wählbar. Um ein Abströmen des aus dem Kühlkanal 213 zugeführten Kühlfluides 230 aus den Strömungskanälen 222 zu ermöglichen, ist je Strömungskanal 222 eine als Durchlaßöffnung realisierte Auslaßöffnung 224 in der Deckwand 212 oder in der Seitenwand 211 angeordnet.

[0013] Figur 3 zeigt die Anordnung der Durchlaßöffnung 224 in der Seitenwand 211 der Schaufel in einer

Vergrößerung. Die Durchlaßöffnung 224 ist hier als Bohrung ausgeführt und verläuft schräg angestellt zur Oberfläche der Seitenwand 211. Die Durchlaßöffnung mündet hierbei am geschlossenen Ende des Strömungskanals 222 in diesen. Der Anstellwinkel der Durchlaßöffnungen 224 wurde hier vorteilhaft so gewählt, daß austretendes Fluid einen möglichst geringen Fehlwinkel zu der die Schaufel umströmenden Hauptströmung aufweist. Weist das Kühlfluid 230 in der Schaufel 210 einen höheren Ruhedruck auf, als das die Schaufel umströmende Fluid der Hauptströmung, so strömt das aus dem Kühlkanal 213 dem Strömungskanal 222 zugeführte Kühlfluid durch die Durchlaßöffnungen 224 in die Hauptströmung aus. Es bildet sich somit ein kontinuierlicher Kühlfluidstrom durch die Strömungskanäle und die Durchlaßöffnungen aus. Hierbei kommt es zu einem Wärmeaustausch des Kühlfluides 230 mit der an den Strömungskanal 222 angrenzenden Wandung (Deckwand 212 und/oder Seitenwand 211) und somit zu einer gezielten Kühlung der angrenzenden Wandung. Aufgrund des kleineren Strömungsquerschnittes des Strömungskanals 222 im Vergleich zu dem Strömungsquerschnitt des Kühlkanals 213 durchströmt das Kühlfluid 230 darüber hinaus den Strömungskanal zudem mit einer erhöhten Geschwindigkeit. Diese höhere Strömungsgeschwindigkeit führt zu einer zusätzlichen Erhöhung des Wärmeübergangs und somit zu einer verbesserten Kühlung der Wandung.

**[0014]** Figur 4 zeigt in einer Seitenansicht einen Schnitt durch eine innengekühlte Schaufel mit einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäß in der Aussparung 321 angeordneten Einschubelements 320. Der Schnitt verläuft schaufelmittig und zeigt neben der geschnitten dargestellten Deckwand 312 der Schaufel einen Ausschnitt des in der Schaufel verlaufenden Kühlkanals 313.

Die Anordnung der Aussparung 321 wurde hier so gewählt, daß sich ein Teil der Aussparung 321 in die Deckwand 312 hinein erstreckt. Das in die Aussparung 321 eingefügte Einschubelement 320 ist hier ebenso anteilig in die Deckwand 312 eingepaßt. In gleicher Weise wie die Aussparung 321 weist das Einschubelement 320 zweckmäßig einen rechteckigen Querschnitt auf. Das Einschubelement wird somit mittels Formschluß in der Aussparung positioniert. Grundsätzlich kann das Einschubelement und die Aussparung aber auch mit anderen Querschnitten, beispielsweise mit ovalen, trapezförmigen, rhombenförmigen oder auch vieleckförmigen Querschnitten, ausgeführt sein, die dann jedoch jeweils wiederum aufeinander abzustimmen sind. Darüber hinaus weist das Einschubelement 320 in der dargestellten Ausführung zwei Nuten auf, die in der Figur 4 mittig geschnitten dargestellt sind. Die auf der Oberseite des Einschubelements angeordnete Nut bildet hierbei zusammen mit der angrenzenden Deckwand 312 einen parallel zur Deckwand an der Unterseite der Deckwand verlaufenden Strömungskanal 322. Dieser Strömungskanal 322 ist über die Öffnung 323,

die durch die zweite, an der Stirnseite des Einschubelements 320 angeordnete Nut gebildet wird, mit dem Kühlkanal 313 verbunden. Ebenso könnte die Öffnung 323 auch als in dem Einschubelement vorgesehene Bohrung ausgeführt sein. Des weiteren ist in der Deckwand 312 mittels einer schräg angestellten Bohrung eine Durchlaßöffnung 324 angebracht. Diese Durchlaßöffnung 324 mündet am zum Kühlkanal hin geschlossenen Ende des Strömungskanals 322 in diesen. Kühlfluid 330 strömt aus dem Kühlkanal 313 über den in dem Einschubelement 320 angeordneten Strömungskanal 322 in die Durchlaßöffnung 324 und von dort auf die Oberseite der Deckwand 312 und somit in die die Schaufel umströmende Hauptströmung. Mittels des in dem Strömungskanal 322 geführten Kühlfluides 330 stellt sich eine gezielte Kühlung der an den Strömungskanal 322 angrenzenden Wandung ein. Ferner kann die Durchlaßöffnung 324 aufgrund der vorgeschalteten Anordnung des Strömungskanals 322 und des in dem Strömungskanal 322 entstehenden Druckverlustes im Vergleich zu einer Anordnung ohne vorgeschalteten Strömungskanal mit einem größeren Querschnitt ausgeführt werden. Dies führt zu einer geringeren Gefahr des Verstopfens der Durchlaßöffnungen während des Betriebs einer Turbomaschine aufgrund von Fremdpartikeln.

**[0015]** Eine weitere Ausführung der Erfindung ist in Figur 5 in einem Schnitt durch eine innengekühlte Schaufel abgebildet. Der dargestellte Kühlkanal ist hier durch eine Zwischenwand 417 in zwei Teilkanäle 415, 416 unterteilt. Die erfindungsgemäße Anordnung des Einschubelements 420 in der Aussparung 421 der Schaufel in der hier dargestellten Ausführung der Erfindung entspricht der Anordnung gemäß Figur 4. Diese Entsprechung schränkt hierbei die frei und unabhängig voneinander wählbaren Ausgestaltungen der Erfindung in den Figuren 4 und 5 nicht ein. Im Unterschied zu Figur 4 entströmt das Kühlfluid 430 nicht in die Hauptströmung, sondern wird mittels des Einschubelements 420 aus dem ersten Teilkanal 415 des Kühlkanals in den zweiten Teilkanal 416 umgelenkt. Der in dem Einschubelement 420 angeordnete Strömungskanal 422 ist hierzu jeweils mittels einer Öffnung 423 mit den jeweiligen Teilkanälen 415, 416 verbunden. Das in dem Strömungskanal 422 längs der Deckwand 412 aus dem ersten Teilkanal 415 in den zweiten Teilkanal 416 strömende Kühlfluid 430 führt hierbei zu einer gezielten Kühlung der Deckwand 412.

## 50 Bezugszeichenliste

### [0016]

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| 110,210     | Schaufel ( <i>blade</i> )            |
| 211,311,411 | Seitenwand ( <i>side wall</i> )      |
| 212,312,412 | Deckwand ( <i>cover wall</i> )       |
| 213,313     | Kühlkanal ( <i>cooling channel</i> ) |
| 415,416     | Teilkanäle eines mehrteiligen Kühl-  |

|                 |                                                                                                                           |    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                 | kanals ( <i>partial channel of a composite cooling channel</i> )                                                          |    |
| 417             | Zwischenwand ( <i>partition wall</i> )                                                                                    |    |
| 118             | Schaufelhöhenrichtung ( <i>blade height direction</i> )                                                                   | 5  |
| 120,220,320,420 | in einer Aussparung angeordnetes Einschubelement ( <i>drawer inserted in a slot</i> )                                     |    |
| 121,221,321     | Aussparung ( <i>slot</i> )                                                                                                |    |
| 222,322,422     | Strömungskanal ( <i>flow channel</i> )                                                                                    | 10 |
| 223,323,423     | Öffnung zwischen dem Strömungskanal und dem Kühlkanal ( <i>opening between the flow channel and the cooling channel</i> ) |    |
| 224,324         | Auslaßöffnung bzw. Durchlaßöffnung ( <i>outlet</i> )                                                                      | 15 |
| 230,330,430     | Kühlfluid ( <i>cooling fluid</i> )                                                                                        |    |

### Patentansprüche

1. Schaufel (210) einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine,

mit einem in der Schaufel verlaufenden Kühlkanal (213),  
 durch den ein Kühlfluid (230) strömt,  
 wobei der Kühlkanal (213) neben einer Zuführöffnung zumindest eine weitere Öffnung (224) aufweist,  
 dadurch gekennzeichnet, daß  
 zur Führung des Kühlfluides (230) zumindest ein Einschubelement (220) in zumindest einer Aussparung (221) der Schaufel angeordnet ist.

2. Schaufel nach Anspruch 1,

bei der das Einschubelement (220) und die Aussparung (221) mit rechteckigem oder schlitzförmigem Querschnitt ausgeführt sind.

3. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei der das Einschubelement (120) und die Aussparung (121) senkrecht oder näherungsweise senkrecht zur Schaufelhöhenrichtung (118) angeordnet sind.

4. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei der das Einschubelement (120) und die Aussparung (121) einen Absatz oder eine stetig verlaufende Querschnittsverminderung aufweisen.

5. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei der sich das Einschubelement und die Aussparung durchgängig von der Saugseite zur Druckseite der Schaufel erstrecken, wobei die äußere Kontur des Einschubelements dem Schaufelprofil angepaßt ist.

6. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei der das in der Aussparung angeordnete Einschubelement unmittelbar an die Deckwand und/oder eine Seitenwand oder beide Seitenwände der Schaufel angrenzt und bei der das Einschubelement zumindest eine Öffnung des Kühlkanals zumindest teilweise verschließt.

7. Schaufel nach einem der vorigen Ansprüche,

bei der das in der Aussparung (221) angeordnete Einschubelement (220) unmittelbar an die Deckwand (212) und/oder eine Seitenwand (211) oder beide Seitenwände der Schaufel angrenzt und  
 bei der in dem Einschubelement (220) zumindest ein Strömungskanal (222) angeordnet ist, wobei dieser Strömungskanal (222) über zumindest eine Öffnung (223) mit dem Kühlkanal (213) verbunden ist, sowie zumindest eine Auslaßöffnung (224) aufweist.

8. Schaufel nach Anspruch 7,

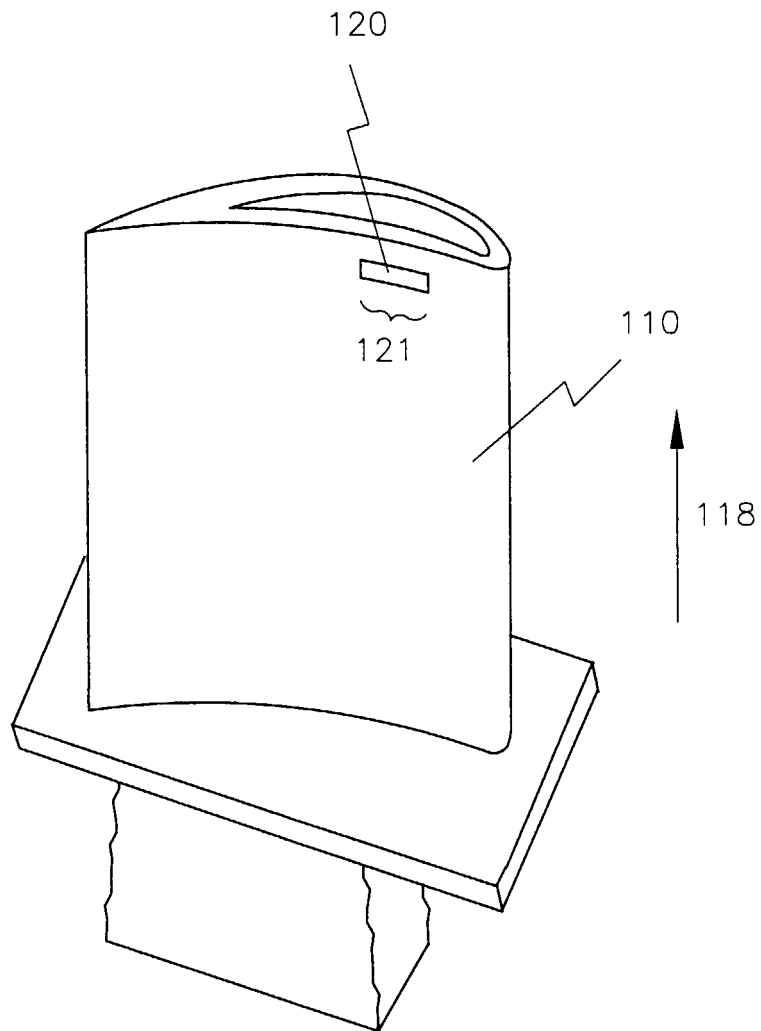
bei der der Strömungskanal (222) mittels einer in dem Einschubelement angeordneten Nut und der angrenzenden Deckwand (212) und/oder einer angrenzenden Seitenwand (211) der Schaufel gebildet ist.

9. Schaufel nach einem der Ansprüche 7 oder 8,

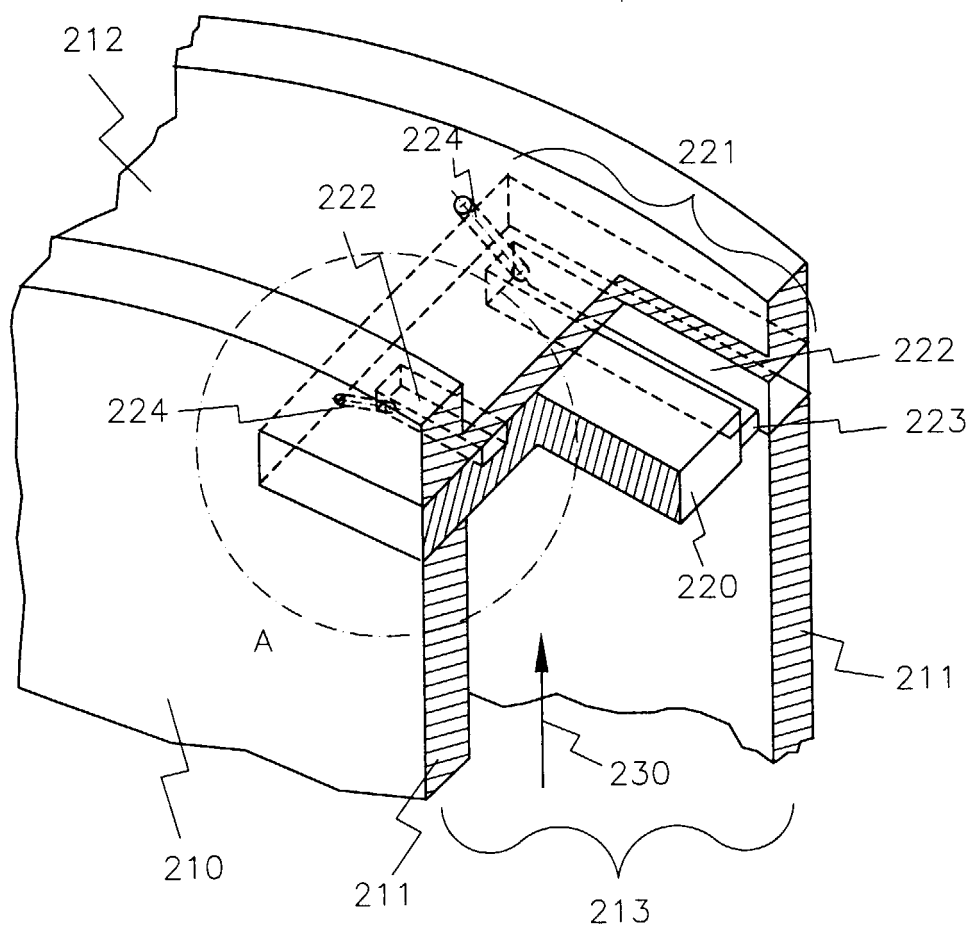
bei der die Auslaßöffnung (224) als Durchlaßöffnung in der angrenzenden Deckwand (212) und/oder einer angrenzenden Seitenwand (211) der Schaufel ausgeführt ist.

10. Schaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9,

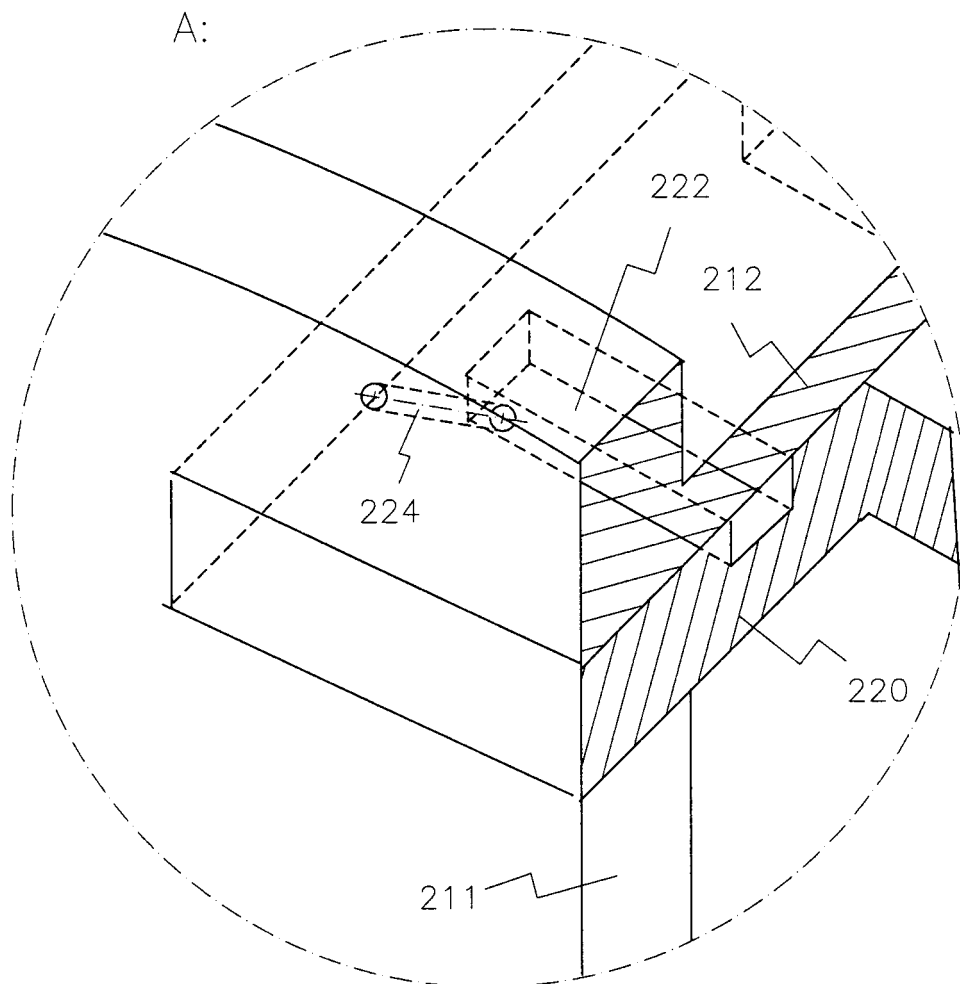
bei der in dem Strömungskanal Turbulatoren angeordnet sind.



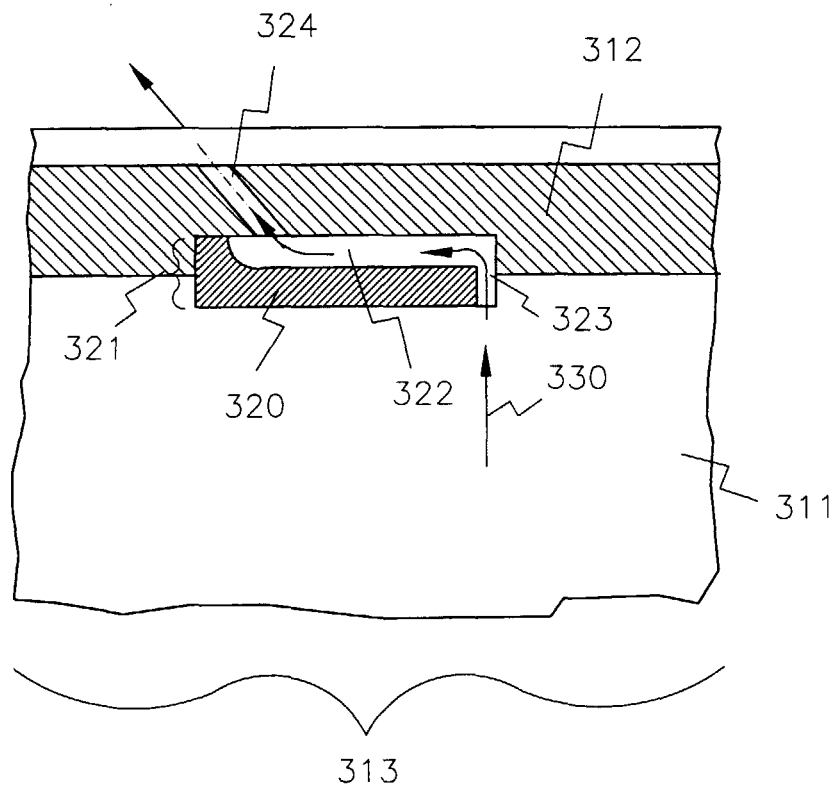
*Fig. 1*



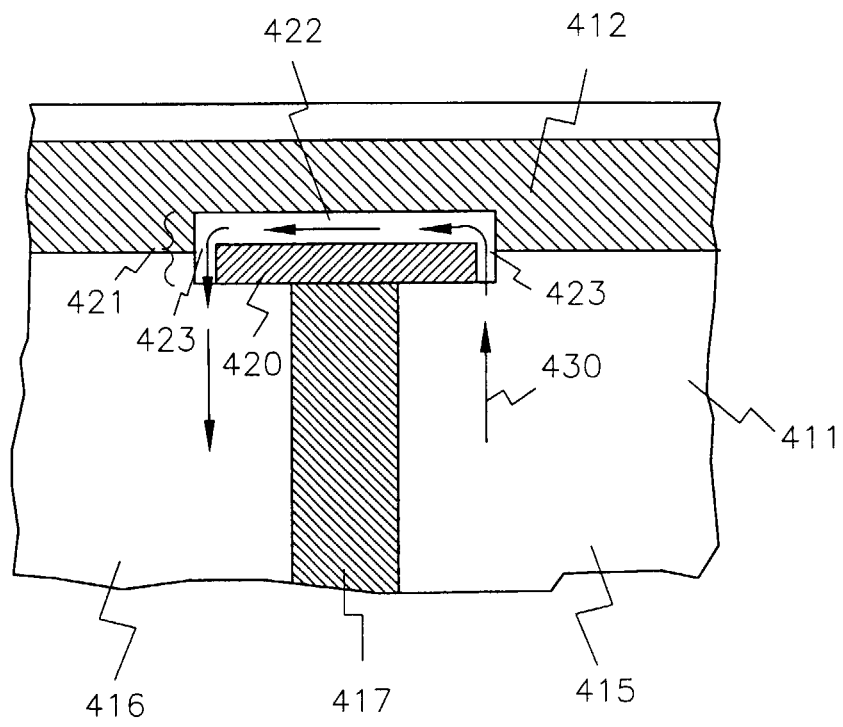
*Fig. 2*



*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5*



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 81 1184

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                            |                                                      |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                        | Betrifft Anspruch                                    | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 4 177 010 A (GREAVES TERENCE M ET AL)<br>4. Dezember 1979<br>* Zusammenfassung; Abbildungen *                           | 1,5-8                                                | F01D5/18<br>F01D5/14                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | FR 2 176 315 A (NEU ETS) 26. Oktober 1973<br>* Abbildung 11 *<br>* Seite 2, letzte Zeile - Seite 3, Zeile 3 *              | 1,5,6                                                |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 3 825 984 A (LINKO P ET AL)<br>30. Juli 1974<br>* Abbildungen *<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 5, Absatz 2 *        | 1,5,6                                                |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 3 867 068 A (CORSMEIER ROBERT J ET AL)<br>18. Februar 1975<br>* Spalte 2, Zeile 56 - Zeile 6; Anspruch 1; Abbildungen * | 1,5,6                                                |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      | F01D                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                            |                                                      |                                         |
| Recherchenort<br><b>DEN HAAG</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                            | Abschlußdatum der Recherche<br><b>23. April 1999</b> | Prüfer<br><b>Raspo, F</b>               |
| <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br/> Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br/> A : technologischer Hintergrund<br/> O : nichtschriftliche Offenbarung<br/> P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br/> E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/> D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/> L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |                                                                                                                            |                                                      |                                         |

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

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

EP 98 81 1184

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.

23-04-1999

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 4177010 A                                        | 04-12-1979                    | GB 1551678 A                      | 30-08-1979                    |
|                                                     |                               | DE 2814027 A                      | 12-10-1978                    |
|                                                     |                               | FR 2385900 A                      | 27-10-1978                    |
|                                                     |                               | JP 1078701 C                      | 25-12-1981                    |
|                                                     |                               | JP 53125518 A                     | 01-11-1978                    |
|                                                     |                               | JP 56018766 B                     | 01-05-1981                    |
| FR 2176315 A                                        | 26-10-1973                    | KEINE                             |                               |
| US 3825984 A                                        | 30-07-1974                    | BE 795073 A                       | 29-05-1973                    |
|                                                     |                               | CA 994090 A                       | 03-08-1976                    |
|                                                     |                               | DE 2309824 A                      | 06-09-1973                    |
|                                                     |                               | FR 2174639 A                      | 12-10-1973                    |
|                                                     |                               | JP 48101337 A                     | 20-12-1973                    |
| US 3867068 A                                        | 18-02-1975                    | BE 813090 A                       | 30-09-1974                    |
|                                                     |                               | CA 994672 A                       | 10-08-1976                    |
|                                                     |                               | DE 2413292 A                      | 10-10-1974                    |
|                                                     |                               | FR 2223550 A                      | 25-10-1974                    |
|                                                     |                               | GB 1467374 A                      | 16-03-1977                    |
|                                                     |                               | JP 50026103 A                     | 19-03-1975                    |
|                                                     |                               | NL 7404257 A                      | 02-10-1974                    |
|                                                     |                               | SE 390433 B                       | 20-12-1976                    |

EPO FORM P0461

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