(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 746 256 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.01.2007 Patentblatt 2007/04

(51) Int Cl.:
F01D 11/22 *(2006.01)* ***F01D 11/08*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **05015779.1**

(22) Anmeldetag: **20.07.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

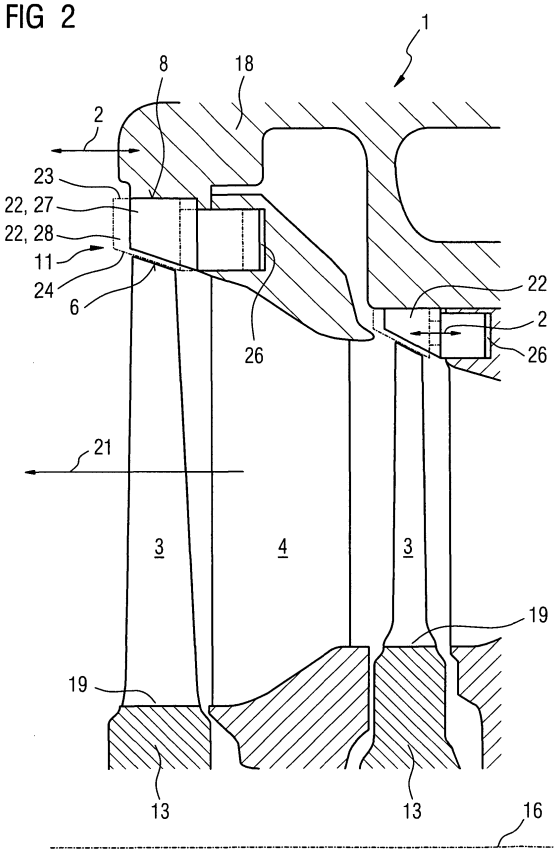
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Fischer, Christof**
  45468 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Kachel, Carmen-Elisabeth Dr.**
  45470 Mülheim (DE)
- **Westfahl, Martin**
  45476 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) Reduzierung von Spaltverlust in Strömungsmaschinen

(57) Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, die in ihrer Längsrichtung (2) gesehen hintereinander folgend zumindest eine Laufschaufel (3) und zumindest eine Leitschaufel (4) aufweist, die jeweils mit ihren Schaufelspitzen (6, 7) zu einer jeweils gegenüberliegenden Dichtfläche (8, 9) beabstandet sind, so dass ein Laufschaufelspalt (11) bzw. ein Leitschaufelspalt (12) zwischen den jeweiligen Schaufelspitzen (6, 7) und den jeweils zugeordneten Dichtflächen (8, 9) gebildet ist. Ein Dichtelement (22) ist zumindest entlang der Längsrichtung (2) der Strömungsmaschine (1) verschiebbar, so dass zumindest der Laufschaufelspalt (11) mit seinem Spaltmaß veränderbar ist.

FIG 2



EP 1 746 256 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, die in ihrer Längsrichtung gesehen hintereinander folgend zumindest eine Laufschaufel und zumindest eine Leitschaufel aufweist, die jeweils mit ihren Schaufelspitzen zu einer jeweils gegenüberliegenden Dichtfläche beabstandet sind, so dass ein Laufschaufelspalt bzw. ein Leitschaufelspalt zwischen den jeweiligen Schaufelspitzen und den jeweils zugeordneten Dichtflächen gebildet ist.

[0002] Derartige Strömungsmaschinen sind zum Beispiel als Verdichter, Dampfturbine oder Gasturbine bekannt. Die Strömungsmaschine weist einen um eine Rotationsachse drehbar gelagerten Rotor auf, an dem die Laufschaufel verankert ist. Ein stationäres Bauteil ist derart angeordnet, dass ein Radialspalt zwischen der Laufschaufelspitze und dem stationären Bauteil entsteht. Das stationäre Bauteil kann beispielsweise als Innengehäuse ausgestaltet sein. Dem Innengehäuse ist die Leitschaufel zugeordnet, so dass das Innengehäuse als Leitschaufelträger ausgestaltet ist.

[0003] In der Strömungsmaschine strömt ein Strömungsmedium im Wesentlichen entlang der Rotationsachse an der Laufschaufel vorbei. Die Strömung des Strömungsmediums umfasst eine Verlustströmung, die sich entlang des Radialspaltes ausbildet. Die Verlustströmung kann auch als Spaltverlust bezeichnet werden. Die Spaltverluste entstehen beispielsweise dadurch, dass das Strömungsmedium nicht seinen vorgegebenen Weg durch das durch die hintereinander angeordneten Laufschaufeln und Leitschaufeln gebildete Schaufelgitter folgt, sondern zwischen der Schaufelspitze und der jeweiligen Dichtfläche bzw. dem Radialspalt hindurchströmt. Dies führt zu einer Reduzierung der technischen Arbeit und somit zu einem geringeren Wirkungsgrad der Strömungsmaschine.

[0004] Um diese Spaltverluste zu minimieren, werden derzeit unterschiedliche Dichtungskonzepte angewendet. Ein Ziel der unterschiedlichen Dichtungskonzepte ist darin zu sehen, dass der Radialspalt in seiner radialen Erstreckung minimiert wird.

[0005] Eines der bekannten Dichtungskonzepte sieht zum Beispiel den Einsatz einer Labyrinthdichtung vor, bei der stufenförmige Labyrinthspalte zwischen dem rotierenden Teil (Rotor, Laufschaufelspitze) und dem feststehenden Teil (Leitschaufelträger, Leitschaufelspitze) gebildet sind. In den Labyrinthspalten sind jeweils an dem rotierenden und dem feststehenden Teil Dichtungsspitzen angeordnet, wodurch ein hoher Grad der Verwirbelung des durchströmenden Strömungsmediums erreicht werden soll. Die Dichtungsspitzen zwischen feststehendem Teil und rotierendem Teil sind möglichst nahe aneinander angeordnet, so dass nur ein geringer axialer Spalt vorhanden ist. Die Dichtungsspitzen sind derart gestreckt, dass sich Dichtungsspitzen zweier benachbarter Stufen überlappen. Eine Gruppe von Dichtungsspitzen kann mit Hilfe eines Stemmdrahtes in eine entsprechende Nut eingestemmt sein.

[0006] Ein weiteres Dichtungskonzept wird mit so genannten Spitze-Spitze-Dichtungen verwirklicht. Bei diesem Dichtungskonzept sind in axialer Richtung alternierend Dichtspitzen an dem rotierenden Teil und der Leitschaufel angeordnet.

[0007] Die vorhandenen Radialspalte hängen während des Betriebes der Strömungsmaschine zum Beispiel stark von der unterschiedlichen thermischen Dehnung (rotierender Teil, stationärer Teil) und der Fliehkraftdehnung ab. Der Fliehkrafteinfluss wird insbesondere bei Industrieströmungsmaschinen mit unterschiedlichen Betriebsdrehzahlen beobachtet. Durch Erosion, d. h. einer fortlaufenden Auswaschung, kann der Spalt ebenfalls vergrößert werden.

[0008] Um ein Anstreifen der Schaufelspitzen an den jeweils zugeordneten Dichtflächen bei allen Betriebszuständen zu verhindern, wird der gewählte Abstand, also der radiale Spalt, mit ausreichenden Toleranzen versehen. Dieser Abstand entspricht jedoch bei den meisten Betriebszuständen nicht dem optimalen Spaltmaß hinsichtlich des Wirkungsgrades der Strömungsmaschine.

[0009] In der Gasturbinentechnik wird beobachtet, dass beispielsweise eine Vergrößerung des Radialspaltes um einen Betrag von nur 0,01 Zoll (0,254 mm) für die jeweiligen Turbinenstufen erhebliche Wirkungsgradabnahmen mit folgenden Beträgen

TLa1: 0,053 %,
TLa2: 0,047 %,
TLa3: 0,030 %, und
TLa4: 0,023 %,

bewirken können. Mit den Abkürzungen TLa1 - TLa4 sind jeweils Turbinenstufen in bekannter Weise bezeichnet.

[0010] Um die Spaltverluste zu minimieren, wird z. B. auch eine so genannte hydraulische Spaltoptimierung eingesetzt, bei der ein Axiallager verfahren wird, wobei der Spalt aufgrund einer konischen Form des Gehäuses verändert wird. Dabei werden aber nachteiligerweise gleichzeitig alle Spalte verändert, wobei die Spalte im Verdichterbereich gleichzeitig vergrößert werden.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Strömungsmaschine der eingangs genannten Art mit einfachen Mitteln dahin gehend zu verbessern, dass der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine erhöht wird.

[0012] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch zumindest ein Dichtelement gelöst, das zumindest entlang der Längsrichtung der Strömungsmaschine verschiebbar ist, so dass zumindest der Laufschaufelspalt mit seinem Spaltmaß veränderbar ist.

[0013] Die Laufschaufeln sind mit ihrem Laufschaufelfuß in einem Rotor verankert und erstrecken sich von ihrem Laufschaufelfuß mit ihrer Laufschaufelspitze in Richtung zu einem Gehäuse der Strömungsmaschine. Der Rotor kann sich um seine Rotationsachse bzw. Drehachse drehen, so dass die Laufschaufel und der Rotor auch als rotierender Teil der Strömungsmaschine be-

zeichnet werden können.

[0014] Die Leitschaufeln sind mit ihrem Leitschaufelfuß in einem dem Gehäuse zugeordneten Innengehäuse verankert, wobei das Innengehäuse auch als Leitschaufelträger bezeichnet werden kann. Die Leitschaufeln erstrecken sich von ihrem Leitschaufelfuß mit ihrer Leitschaufelspitze in Richtung zum Rotor. Die Leitschaufel kann auch als stationäres Bauteil bezeichnet werden, welches sich nicht dreht.

[0015] Die Laufschaufelspitze ist zum Leitschaufelträger etwas beabstandet, so dass der Laufschaufelspalt zwischen der Laufschaufelspitze und der durch den Leitschaufelträger gebildeten Dichtfläche gebildet ist. Die Leitschaufelspitze ist zum Rotor beabstandet, so dass ein Leitschaufelspalt zwischen der Leitschaufelspitze und dem Rotor gebildet ist.

[0016] Zweckmäßig im Sinne der Erfindung ist daher vorgesehen, dass das Dichtelement dem Leitschaufelträger zugeordnet ist, so dass der Laufschaufelspalt mit seinem Spaltmaß veränderbar ist. Um zu erreichen, dass der Leitschaufelspalt mit seinem Spaltmaß veränderbar ist, ist zweckmäßigerweise vorgesehen, dass das Dichtelement der Schaufelspitze der Leitschaufel zugeordnet ist. Hierzu ist auf dem Rotor ein dazu entsprechendes Gegenstück, vorzugsweise ein im Querschnitt gesehen konisches Gegenstück vorgesehen.

[0017] Das Dichtelement weist eine Anlageseite und eine dazu gegenüberliegende Dichtseite auf. Günstig im Sinne der Erfindung ist, wenn das Dichtelement mit seiner Dichtseite der jeweiligen Ausgestaltung der Schaufelspitze angepasst ist, wobei die Dichtseite im Querschnitt gesehen bezogen auf die Rotations- bzw. Drehachse bevorzugt konisch ausgestaltet ist. Günstigerweise ist das Dichtelement mit seiner Dichtseite zur jeweiligen Schaufelspitze orientiert. Selbstverständlich ist das Dichtelement mit seiner Dichtseite zur dazu korrespondierend zugeordneten Seite des auf der Rotorwelle angeordneten Gegenstücks orientiert.

[0018] Üblicherweise arbeiten Strömungsmaschinen in unterschiedlichen Betriebszuständen, so dass eine optimale Spalteinstellung dadurch erzielt werden kann, dass dem Dichtelement ein Antrieb zur axialen Verstellung zugeordnet ist. Der Antrieb kann durch mechanische, elektrische oder elektro-magnetische oder hydraulische Systeme realisiert werden, so dass ein Anstreifen bei kritischen Betriebszuständen vermieden werden kann, indem das Spaltmaß rechtzeitig angepasst bzw. vergrößert wird. Damit sind auch schnellere Laständerungen der Strömungsmaschine möglich.

[0019] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Dichtelement jeweils als separates Kreisringsegment ausgestaltet und als separates Bauteil entweder dem Leitschaufelträger und/oder der Leitschaufelspitze zugeordnet. Für den Fall, dass die Strömungsmaschine mehrere Strömungsstufen aufweist, können die Spalte einzelner Stufen somit vorteilhaft durch axial verschiebbare Kreissegmente verändert werden, die jeweils separat steuerbar bzw. verschiebbar sind.

[0020] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist zweckmäßigerweise vorgesehen, dass das Dichtelement als Leitschaufelträger ausgestaltet ist, wobei dem Leitschaufelträger günstiger Weise ein Antrieb zur axialen Verstellung zugeordnet ist. Damit können die Spalte bzw. Spaltmaße mehrerer hintereinander folgender Stufen der Strömungsmaschine mit einem Dichtelement (Leitschaufelträger) gezielt bzw. individuell eingestellt bzw. angepasst werden, wobei eine Echtzeitmessung der Spalte vorausgesetzt wird. Hierbei wirkt sich eine stärkere Abschrägung der jeweiligen Schaufelspitzen direkt auf einen erforderlichen Verschiebeweg aus. Selbstverständlich ist es bei dieser bevorzugten Ausgestaltung vorteilhaft, wenn beispielsweise bei Laufschaufeln, denen Deckplatten zugeordnet sind bzw. bei einer achsparallelen Abdichtung eine, bezogen auf die Längsrichtung der Strömungsmaschine, schräge Anordnung der Dichtflächen vorgesehen ist, wobei natürlich auch eine radiale Durchmesseränderung durch den durch den Antrieb zur Verfügung gestellten Verstellmechanismus erfolgen kann. Die Durchmesseränderung bezieht sich im Sinne der Erfindung auf eine entsprechende Ausgestaltung des Leitschaufelträgers, insbesondere auf die Ausgestaltung der der Laufschaufelspitze zugeordneten Dichtfläche des Leitschaufelträgers, so dass der Spalt je nach Verschieberichtung entsprechend einstellbar ist.

[0021] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Strömungsmaschine, insbesondere durch das axial verstellbare Dichtelement, also dem separaten Kreisringsegment bzw. dem als Leitschaufelträger ausgebildetem Dichtelement, wird eine aktive Steuerung bzw. Regelung des Spaltmaßes zur Verfügung gestellt. Damit ergibt sich eine Spaltoptimierung, so dass ein höherer Wirkungsgrad der Strömungsmaschine erreichbar ist, indem optimale Spaltmaße, mit denen Verlustmassenströme (Spaltverluste) minimiert werden können, mittels des Verstellmechanismusses (Dichtelement, Antrieb) gezielt beeinflusst bzw. eingestellt werden können. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass ein optimaler Spalt in jedem Betriebszustand der Strömungsmaschine eingestellt werden kann. Weiter können auch Erosionserscheinungen kompensiert werden.

[0022] Das erfindungsgemäße Dichtelement bzw. die erfindungsgemäße Spaltoptimierung ist bevorzugt bei Hochdruck, Mitteldruck und Niederdruckstufen von Dampfturbinen einsetzbar, wobei eine Spaltoptimierung selbstverständlich auch bei Gasturbinen oder Verdichtern möglich ist.

[0023] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der folgenden Figurenbeschreibung offenbart.

[0024] Es zeigen:

Fig. 1 Einen Querschnitt durch eine Strömungsmaschine,

Fig. 2 eine Vergrößerung aus Figur 1 mit einem dem Leitschaufelträger zugeordneten Dichtele-

ment, und

Fig. 3 eine Vergrößerung aus Figur 1 mit einem der Leitschaufelspitze zugeordneten Dichtelement.

[0025] In den unterschiedlichen Figuren sind gleiche Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

[0026] Figur 1 zeigt eine Strömungsmaschine 1, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in der Ausführungsform einer Dampfturbine dargestellt ist. Die Strömungsmaschine 1 weist in ihrer Längsrichtung (Doppelpfeil 2) gesehen hintereinander folgend zumindest eine Laufschaufel 3 und zumindest eine Leitschaufel 4 auf, die jeweils mit ihren Schaufelspitzen 6, 7 zu einer jeweils gegenüberliegenden Dichtfläche 8, 9 beabstandet sind, so dass ein Laufschaufelspalt 11 bzw. ein Leitschaufelspalt 12 zwischen den jeweiligen Schaufelspitzen und den jeweils zugeordneten Dichtflächen 8, 9 gebildet ist.

[0027] Die Laufschaufeln 3 sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel über Radscheiben 13 mit einem Rotor 14 verbunden. Der Rotor 14 ist drehbar gelagert und dreht sich um seine Drehachse 16, so dass der Rotor 14 mit den Laufschaufeln 3 als rotierendes Teil bezeichnet werden kann.

[0028] Das rotierende Teil ist in einem Gehäuse 17 aufgenommen, wobei dem Gehäuse 17 ein Innengehäuse 18 zugeordnet ist. Das Innengehäuse 18 wird im Folgenden als Leitschaufelträger 18 bezeichnet.

[0029] Die Leitschaufel 4 ist in dem Leitschaufelträger 18 verankert, wobei der Leitschaufelträger 18 als starres Bauteil ausgeführt ist.

[0030] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Strömungsmaschine 1 zu einer Mittelachse X spiegelbildlich ausgeführt, so dass nachfolgend bezogen auf die Mittelachse X lediglich eine Seite beschrieben wird.

[0031] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die beispielhaft dargestellte Strömungsmaschine 1 drei Laufschaufeln 3 auf, die in Längsrichtung 2 der Strömungsmaschine 1 gesehen zueinander beabstandet sind. Selbstverständlich kann die Strömungsmaschine 1 auch mehr oder weniger Laufschaufeln 3 aufweisen.

[0032] Die Laufschaufeln 3 sind mit ihrem Laufschaufelfuß 19 mit dem Rotor 14 verbunden, und erstrecken sich mit ihrer Laufschaufelspitze 6 in Richtung zum Leitschaufelträger 18. Die Laufschaufelspitze 6 ist zum Leitschaufelträger 18 beabstandet, so dass der Laufschaufelspalt 11 gebildet ist. Die der Laufschaufelspitze 6 gegenüberliegende Fläche des Leitschaufelträgers 18 bildet die der Laufschaufelspitze 6 zugeordnete Dichtfläche 8.

[0033] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die in Längsrichtung 2 beabstandeten Laufschaufeln 3 eine unterschiedliche radiale Erstreckung auf, so dass die beispielhaft dargestellte Strömungsmaschine 1 drei Turbinenstufen aufweist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die der Mittelachse X nächstliegende Laufschaufel 3 die geringste radiale Erstreckung bezogen auf die zur Mittelachse X außen liegende Laufschaufel 3 auf. Die der Mittelachse X nächstliegende Laufschaufel 3 kann auch als La-2 bezeichnet werden, wobei die darauf folgende Laufschaufel 3 als La-1 und die außenliegende Laufschaufel 3 als La-0 bezeichnet werden. Dies entspricht der üblichen Bezeichnung, bei der La-0 immer die von der Mittelachse X am weitesten entfernte Reihe ist.

[0034] Zwischen La-2 und La-1 sowie zwischen La-1 und La-0 ist jeweils eine Leitschaufel 4 angeordnet, die entsprechend mit Le-1 bzw. Le-0 bezeichnet werden. Ausgehend von einem Mittenbereich 20 zur außenliegenden Laufschaufel 3 hin sind die Lauf- bzw. Leitschaufeln 3 bzw. 4 in dem dargestellten Ausführungsbeispiel wie folgt angeordnet:

La-2,Le-1,La-1,Le-0,La-0.

Natürlich kann auch noch eine Le-2 vorgesehen sein, so dass sich die folgende Anordnung ergibt:

Le-2,La-2,Le-1,La-1,Le-0,La-0.

[0035] Die Leitschaufel 4 ist mit ihrem Leitschaufelfuß in dem Leitschaufelträger 18 verankert und erstreckt sich von dem Leitschaufelfuß mit ihrer Leitschaufelspitze 7 in Richtung zum Rotor 14 bzw. in Richtung zu den Radscheiben 13.

[0036] Die Leitschaufelspitzen 7 sind zum Rotor 14 bzw. zur Radscheibe 13 beabstandet, so dass der Leitschaufelspalt 12 gebildet ist.

[0037] Der Strömungsmaschine 1 wird in dem dargestellten Ausführungsbeispiel Dampf bzw. ein Medium zugeführt. Der Dampf bzw. das Medium strömt radial in den Mittenbereich 20 in die Strömungsmaschine 1 ein und strömt nach Passieren des durch die Laufschaufeln 3 und Leitschaufeln 4 gebildeten Schaufelgitters axial aus der Strömungsmaschine 1 aus. Die daraus resultierende Dampf- bzw. Mediumsrichtung oder Strömungsrichtung ist in Figur 2 mittels des Pfeils 21 dargestellt. Selbstverständlich strömt das Medium bzw. der Dampf auf der nicht dargestellten Seite entgegengesetzt zur dargestellten Strömungsrichtung 21, also wie dargestellt beispielsweise von der Mittelachse X in Richtung La-0. Von daher könnte die jeweilige Strömungsrichtung 21 auch mit der jeweiligen Orientierung der Längsrichtung (Doppelpfeil) 2 gleichgesetzt werden.

[0038] Durch die in Figur 1 dargestellten Spalte 11, 12 kann der Dampf bzw. ein anderes Strömungsmedium sowohl zwischen der Laufschaufelspitze 6 und dem Leitschaufelträger 18 als auch zwischen der Leitschaufelspitze 7 und dem Rotor 14 bzw. den Radscheiben 13 hindurchströmen, so dass Spaltverluste auftreten, die zu einer Reduzierung der technischen Arbeit und somit zu einem geringeren Wirkungsgrad der Strömungsmaschine 1 führen.

[0039] Um die Spaltverluste zu minimieren, ist ein Dichtelement 22 vorgesehen, welches beispielhaft in Figur 2 dargestellt ist.

[0040] Das Dichtelement 22 ist entlang der Längsrichtung 2 der Strömungsmaschine 1 hin und her verschiebbar, so dass in dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der Laufschaufelspalt 11 mit seinem Spaltmaß veränderbar ist.

[0041] Das Dichtelement 22 ist dem Leitschaufelträger 18 als separates Bauteil zugeordnet und weist eine Anlageseite 23 und eine dazu gegenüberliegende Dichtseite 24 auf. Die Dichtseite 24 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel bezogen auf die Drehachse 16 im Querschnitt gesehen konisch ausgestaltet, wobei die dazu gegenüberliegende Anlageseite 23 im Querschnitt gesehen im wesentlichen geradlinig ausgeführt ist. Das Dichtelement 22 ist mit seiner Dichtseite 24 in Richtung zur Laufschaufelspitze 6 orientiert, die entsprechend zur Dichtseite 24 im Querschnitt gesehen konisch ausgestaltet ist.

[0042] Zur Aufnahme des Dichtelementes 22 ist in dem Leitschaufelträger 18 eine Ausnehmung 26 eingebracht. Die Ausnehmung 26 ist im Querschnitt gesehen bevorzugt rechteckig ausgestaltet und in Richtung zur Laufschaufel 3 geöffnet. In Figur 2 ist eine nicht maßstabsgetreue Darstellung gewählt, so dass sich verzerrte Größenverhältnisse insbesondere zwischen der Ausnehmung 26 und dem Dichtelement 22 ergeben. Die Ausnehmung 26 ist derart ausgestaltet, dass das Dichtelement 22 mit einem zugeordneten Antrieb aufgenommen werden kann, so dass sich das Dichtelement 22 mit seinem Antrieb in einer Ruheposition bevorzugt vollständig in der Ausnehmung 26 befindet. Natürlich kann das Dichtelement 22 in der Ruheposition auch einseitig aus der Ausnehmung 26 herausragen. Der Antrieb ist bei der gewählten Darstellung in Figur 2 nicht dargestellt, kann aber mittels mechanischer, elektrischer oder elektro-magnetischer oder hydraulischer Systeme realisiert werden. Der Antrieb bewirkt eine axiale Verstellung des Dichtelementes 22 entlang der Längsrichtung 2.

[0043] Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel befindet sich das Dichtelement 22 in einer ersten Gebrauchsposition 27, wobei das Dichtelement 22 in der ersten Gebrauchsposition 27 mit Vollstrichen dargestellt ist. Zur Verdeutlichung, dass das Dichtelement 22 mittels des Antriebes stufenlos aus der Ruheposition in jede Gebrauchsposition überführbar ist, ist in Figur 2 eine zweite Gebrauchsposition 28 gestrichelt dargestellt.

[0044] Das Dichtelement 22 wird mittels des Antriebes entlang der Längsrichtung 2 in Richtung zur Laufschaufel 3 bzw. in Richtung zu deren Laufschaufelspitze 6 verschoben und verändert somit den Laufschaufelspalt 11 zwischen der Laufschaufelspitze 6 und dem Leitschaufelträger 18 bzw. der durch den Leitschaufelträger 18 gebildeten Dichtfläche 8.

[0045] In Figur 2 ist lediglich ein Ausschnitt aus Figur 1 dargestellt, wobei hier die Laufschaufeln La-0 und La-1 mit der dazwischen angeordneten Leitschaufel Le-0 dargestellt ist. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist das Dichtelement 22 als separates Kreisringsegment ausgestaltet, welches über den Antrieb axial entlang der Längsrichtung 2 verschiebbar ist.

[0046] Je nach Betriebszustand der Strömungsmaschine kann das Dichtelement 22 mittels des Antriebes stufenlos in Richtung zur Laufschaufel 3 verschoben werden, so dass der Laufschaufelspalt 11 weitgehend minimiert ist, sich aber zumindest verringert. Ein Anstreifen der Laufschaufeln 3 wird verhindert. Damit kann das Strömungsmedium bzw. der Dampf nicht mehr ungenutzt durch die ursprünglich vorhandenen Spalte 11,12 strömen, sondern folgt dem vorgesehenen Strömungsweg bzw. der vorgesehenen Dampf- oder Strömungsrichtung 21 durch das Schaufelgitter. Hierdurch werden Spaltverluste erheblich verringert, wodurch der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine 1 erheblich erhöht wird.

[0047] Aufgrund konstruktiver Ausgestaltungen der in Strömungsrichtung 21 aufeinander folgenden Turbinenstufen (La-2, La-1, La-0) können die jeweiligen Spaltmaße der jeweiligen Turbinenstufen in ihrer Ausdehnung natürlich unterschiedlich sein. Von daher kann für jede Turbinenstufe ein an das jeweilige Spaltmaß angepasstes Dichtelement 22 vorgesehen sein. Dies ist in Figur 2 entsprechend dargestellt. Vergleicht man beispielsweise das Dichtelement 22, welches der Turbinenstufe La-0 zugeordnet ist, mit dem Dichtelement 22, welches der Turbinenstufe La-1 zugeordnet ist, so wird man feststellen, dass das jeweilige Dichtelement 22 an das vorhandene Spaltmaß angepasst ist, indem für die Turbinenstufe La-1 ein im Querschnitt gesehen kleineres Dichtelement 22 vorgesehen ist als für die Turbinenstufe La-0.

[0048] Somit ist jede Turbinenstufe bezüglich der jeweils erforderlichen Spaltmaße separat einstellbar, um beispielsweise ein Anstreifen zu verhindern. Der Antrieb kann z.B. mit einem Steuerorgan verbunden sein, so dass ein schnelles Steuern bzw. Einstellen des den jeweiligen Betriebszuständen angepassten Spaltmaßes bzw. schnellere Laständerungen der Strömungsmaschine 1 möglich sind.

[0049] Um zu verhindern, dass das Strömungsmedium durch den Leitschaufelspalt 12 strömt und somit Spaltverluste entstehen, kann selbstverständlich auch der Leitschaufelspitze 7 ein entsprechendes Dichtelement 22 zugeordnet sein, so dass der Leitschaufelspalt 7 veränderbar ist (Figur 3). Dieses Dichtelement 22 hätte ebenfalls einen Antrieb, wobei das Dichtelement 22 mit seinem Antrieb in einer in der Leitschaufel 4 eingebrachten Ausnehmung angeordnet wäre. Das der Leitschaufelspitze 7 zugeordnete Dichtelement 22 weist ebenfalls eine Anlageseite 23 und eine Dichtseite 24 auf, wobei die Dichtseite 24 bevorzugt zum Rotor 14 orientiert ist. Dem Rotor 14 ist ein entsprechendes Gegenstück 29, beispielsweise ein im Querschnitt gesehen konisches Gegenstück 29 zugeordnet, welches eine zur Dichtseite 24 korrespondierend ausgeführte Seite 31 aufweist. Das Dichtelement 22 ist beispielsweise auch als separates

Kreisringsegment ausgestaltet, so dass der gleiche Effekt erzielt wird wie zuvor beschrieben.

[0050] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung könnte aber auch vorgesehen sein, dass das Dichtelement 22 als Leitschaufelträger 18 ausgeführt ist. Damit hätte der Leitschaufelträger 18 eine Doppelfunktion. Zum einen würde dieser die Leitschaufeln 4 tragen. Zum anderen würde der Leitschaufelträger 18 als Dichtelement die Spaltmaße aktiv Steuern bzw. Regeln. Hierbei wäre dem Leitschaufelträger 18 ein Antrieb zur axialen Verstellung zugeordnet, so dass durch die axiale Verstellung des Leitschaufelträgers 18 entlang der Längsrichtung 2 das Spaltmaß beeinflusst bzw. eingestellt werden kann, so dass ebenfalls Spaltverluste verringert werden, wodurch der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine 1 erheblich erhöht werden könnte.

[0051] In dem beschriebene Ausführungsbeispiel ist das separate Dichtelement 22 bezogen auf die Mittelachse 20 seitlich zum Laufschaufelspalt 11 angeordnet. Mittels des Antriebs wird das Dichtelement 22 zur Regelung bzw. Steuerung des Spaltmaßes bevorzugt stufenlos aus der seitlichen Position in Richtung zur Laufschaufelspitze 6 oder von dieser wegorientiert in Richtung zur Leitschaufel 4 verschoben, je nach dem welches Spaltmaß erforderlich ist, um z.B. ein Anstreifen zu vermeiden. Möglich ist aber auch das Dichtelement 22 der Laufschaufelspitze 6 direkt gegenüberliegend in dem Leitschaufelträger 18 anzuordnen, so dass der Antrieb eine radiale Verschiebung des Dichtelementes 22 aus dem Leitschaufelträger 18 in Richtung zur Laufschaufelspitze 6 oder umgekehrt bewirken kann. Selbstverständlich ist die Erfindung daher nicht auf das in der Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern umfasst auch gleichwirkende Ausgestaltungen, bei denen eine Spaltoptimierung zur Erhöhung des Wirkungsgrades der Strömungsmaschine 1 erzielt werden kann. Beispielsweise könnte die Erfindung auch für Wellendichtungen angewendet werden.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine,
   die in ihrer Längsrichtung (2) gesehen hintereinander folgend zumindest eine Laufschaufel (3) und zumindest eine Leitschaufel (4) aufweist, die jeweils mit ihren Schaufelspitzen (6, 7) zu einer jeweils gegenüberliegenden Dichtfläche (8, 9) beabstandet sind, so dass ein Laufschaufelspalt (11) bzw. ein Leitschaufelspalt (12) zwischen den jeweiligen Schaufelspitzen (6, 7) und den jeweils zugeordneten Dichtflächen (8, 9) gebildet ist,
   gekennzeichnet durch
   zumindest ein Dichtelement (22), das zumindest entlang der Längsrichtung (2) der Strömungsmaschine (1) verschiebbar ist, so dass zumindest der Laufschaufelspalt (11) mit seinem Spaltmaß veränderbar ist.

2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Dichtelement (22) einem Leitschaufelträger (18) zugeordnet ist.

3. Strömungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Dichtelement (22) der Leitschaufel (4) zugeordnet ist, so dass der Leitschaufelspalt (12) mit seinem Spaltmaß veränderbar ist.

4. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Dichtelement (22) eine Anlageseite (23) und eine dazu gegenüberliegende Dichtseite (24) aufweist, wobei die Dichtseite (24) im Querschnitt gesehen konisch ausgestaltet ist.

5. Strömungsmaschine nach Anspruch 4,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Dichtelement (22) mit seiner Dichtseite (24) zur jeweiligen Schaufelspitze (6, 7) orientiert ist.

6. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   dem Dichtelement (22) ein Antrieb zur axialen Verstellung zugeordnet ist.

7. Strömungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Dichtelement (22) als separates Kreisringsegment ausgestaltet ist.

8. Strömungsmaschine nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Dichtelement als Leitschaufelträger (18) ausgestaltet ist.

9. Strömungsmaschine nach Anspruch 8,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   dem Leitschaufelträger (18) ein Antrieb zur axialen Verstellung zugeordnet ist.

FIG 1

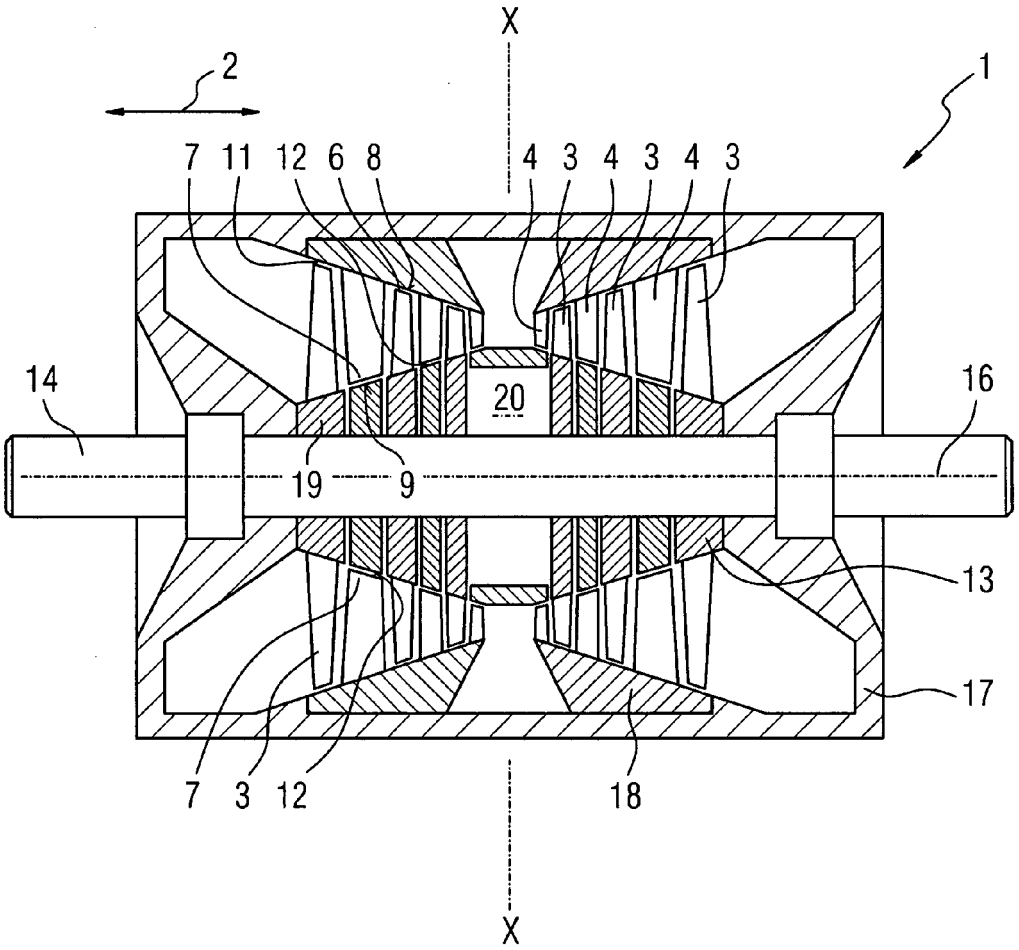


FIG 2

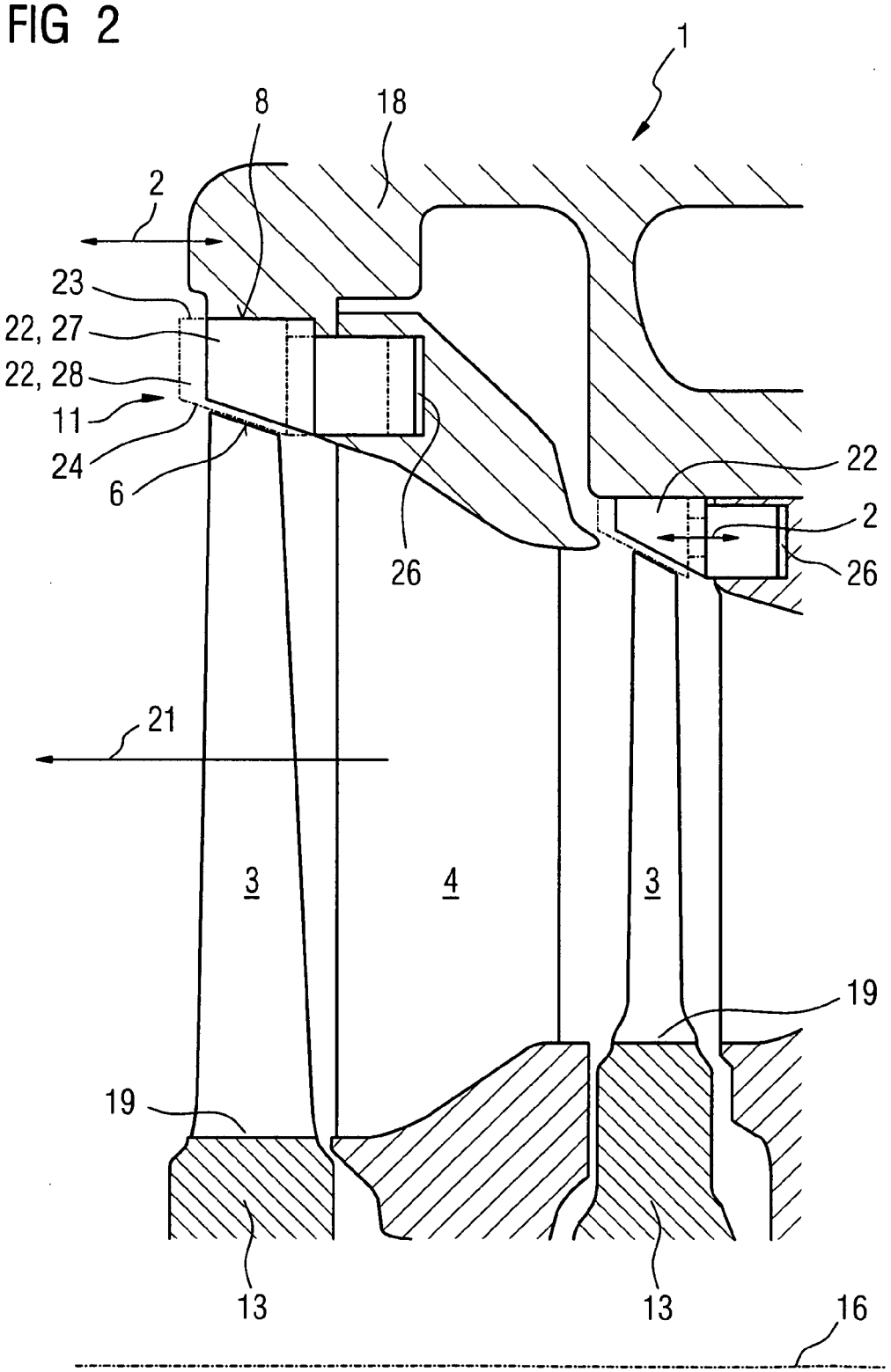
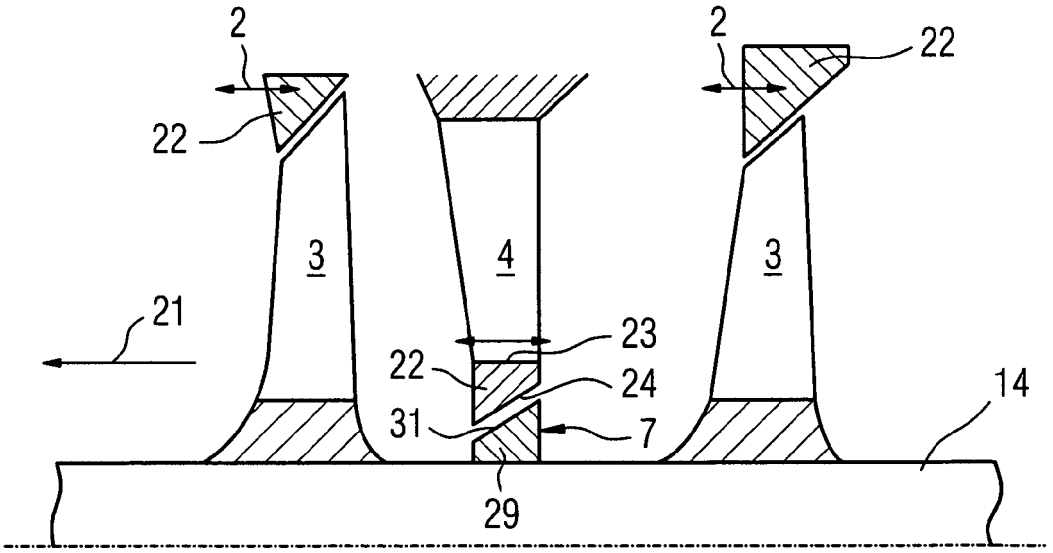


FIG 3



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 5779

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 203 673 A (EVANS ET AL) 20. April 1993 (1993-04-20) * Abbildungen * * Spalte 3, Zeile 11 - Spalte 5, Zeile 46 * -----	1-9	F01D11/22 F01D11/08
X	US 2002/150469 A1 (BOLMS HANS-THOMAS) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) * Absatz [0026] - Absatz [0034]; Abbildungen * -----	1-9	
X	US 3 227 418 A (WEST HARRISON) 4. Januar 1966 (1966-01-04) * das ganze Dokument * -----	1-9	
X	US 4 863 345 A (THOMPSON ET AL) 5. September 1989 (1989-09-05) * das ganze Dokument * -----	1-9	
X	GB 2 024 336 A (ROLLS - ROYCE LTD) 9. Januar 1980 (1980-01-09) * das ganze Dokument * -----	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
X	US 2002/071763 A1 (BRANDL HERBERT ET AL) 13. Juni 2002 (2002-06-13) * das ganze Dokument * -----	1-9	
X	US 2003/012644 A1 (DODD ALEC G) 16. Januar 2003 (2003-01-16) * Absatz [0011] - Absatz [0017]; Abbildungen * -----	1-9	
A	US 2002/164246 A1 (SCHOLZ CHRISTIAN ET AL) 7. November 2002 (2002-11-07) * Abbildungen * -----	1-9	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	16. November 2005	Teissier, D

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

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 05 01 5779

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.

16-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5203673 A	20-04-1993	CA 2087690 A1	22-07-1993
		JP 5263662 A	12-10-1993
US 2002150469 A1	17-10-2002	CN 1378036 A	06-11-2002
		EP 1243756 A1	25-09-2002
		JP 2002349210 A	04-12-2002
US 3227418 A	04-01-1966	KEINE	
US 4863345 A	05-09-1989	DE 3818882 A1	12-01-1989
		FR 2617538 A1	06-01-1989
		GB 2206651 A	11-01-1989
		JP 1012006 A	17-01-1989
GB 2024336 A	09-01-1980	KEINE	
US 2002071763 A1	13-06-2002	DE 10060740 A1	13-06-2002
		GB 2371093 A	17-07-2002
US 2003012644 A1	16-01-2003	GB 2374123 A	09-10-2002
US 2002164246 A1	07-11-2002	CN 1381670 A	27-11-2002
		EP 1249577 A1	16-10-2002
		JP 2002327603 A	15-11-2002

EPO FORM P0461

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