



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 699 824 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.03.1996 Patentblatt 1996/10

(51) Int. Cl.⁶: **F01D 5/30**, F01D 5/02,
F04D 29/66

(21) Anmeldenummer: 95112351.2

(22) Anmeldetag: 05.08.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI SE

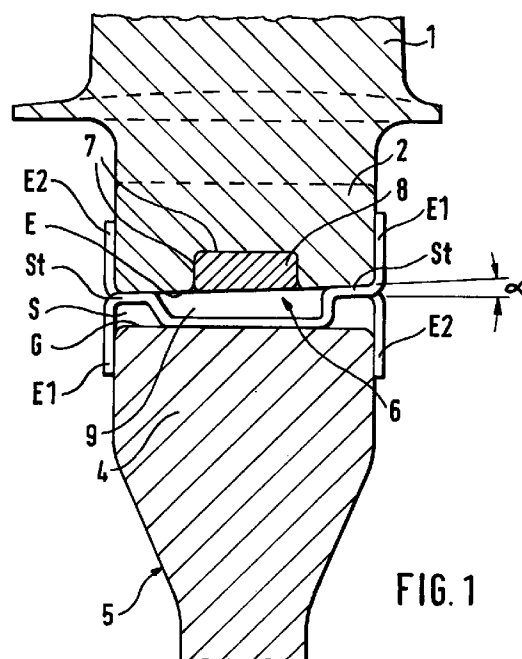
(30) Priorität: 29.08.1994 DE 4430636

(71) Anmelder: **MTU MOTOREN- UND TURBINEN-
UNION
MÜNCHEN GMBH
D-80976 München (DE)**

(72) Erfinder: **Schmidt, Günther
D-85221 Dachau (DE)**

(54) **Einrichtung zur Laufschaufelfixierung und zur Beseitigung von Rotorwuchten bei axial durchströmten Verdichtern oder Turbinen von Gasturbinentriebwerken**

(57) Bei der Einrichtung sind die Laufschaufeln (1) mit zahnartig profilierten Schauffelfüßen (2) an korrespondierend ausgeformten Axialnuten (E) einer Radscheibe (5) verankert. Jeweils zwischen einem Schauffelfußende (3) und dem Grund (G) einer Axialnut (E) ist ein axialer Spalt (S) belassen, in dem ein Sicherungselement (6) angeordnet ist. Das Sicherungselement (6) kann an beiden aus dem Spalt herausragenden Enden einander entgegengerichtet gegen Stirnflächen der Radscheibe und eines Schauffelfußes umgebogen werden und es ist in betreffenden Axialspalt (S) zwischen dem Nutgrund und dem Schauffelfuß keilartig verklemmt, wobei es eine Ausnehmung überbrückt, die im Schauffelfuß zur Aufnahme einer Wuchtmasse (8) ausgebildet ist.



EP 0 699 824 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Laufschaufelfixierung und zur Beseitigung von Rotorunwuchten bei axial durchströmten Verdichtern oder Turbinen von Gasturbinentriebwerken gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Eine derartige Einrichtung ist aus der DE-PS 4,300,773 bekannt. Der bekannte Fall behandelt die jeweils gleichzeitige axiale Sicherung der Laufschaufeln und von Füllstücken über ein Sicherungsblech, wobei die Füllstücke jeweils radial unterhalb des Sicherungsbleches im Axialspalt zwischen Fußende und Nutgrund axial festgelegt sind. Für jede Axialnut wird ein Füllstück erforderlich, wobei gegebenenfalls ein oder mehrere Füllstücke bedarfsweise in ein Füllstück mit einer spezifisch abgestimmten Wuchtmasse einwechselbar sind.

Der bekannte Fall setzt ein gewisses Einbau-Spiel zwischen gegenseitigen Auflageflächen der Fuß-Nut-Verzahnungen voraus, wodurch sich insbesondere in Kombination mit einer radial äußeren Deckbandverspannung und -Abstützung der Laufschaufeln Probleme bei der Beseitigung von Rotorunwuchten ergeben; diese Probleme am montierten Laufrad resultieren aus am Umfang unterschiedlichen Sitzpositionen der Laufschaufeln. Die aus den örtlich unterschiedlichen bzw. nicht genau definierbaren Schaufelsitzpositionen resultierenden Scheibenunwuchten können selbst durch mehrfache und oft zeitraubende Wuchtvorgänge nicht beherrscht werden.

Schon vorgeschlagene Nietsicherungen für die Laufschaufeln am Laufrad sind ebenfalls mit der zuvor genannten Problematik behaftet. Sie haben ferner den Nachteil eines hohen Montage- und Demontageaufwands. Zudem besteht die Gefahr der örtlichen Beschädigung der Schaufelfüße und der Radscheibe, insbesondere beim Lösen der Vernietung. Auch sind derartige Vernietungen oftmals mit baulichen Veränderungen insbesondere an der Radscheibe bzw. an den Axialnuten verknüpft, woraus wiederum Probleme bezüglich der Bauteilfestigkeit der Radscheibe entstehen können, die am radial äußeren Umfang extrem hoch belastet ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung nach der eingangs genannten und bekannten Art anzugeben, die bei montierter Schaufelsicherung einen praktisch spielfreien Sitz der Laufschaufeln an der Radscheibe bei einfacher und montagefreundlichen Bauweise bereitstellt und die zugleich einfachst die Beseitigung möglicher Scheiben- bzw. Rotorunwuchten ermöglicht.

Die gestellte Aufgabe ist mit den Merkmalen des Kennzeichnungsteils des Patentanspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst.

Bei der angegebenen Lösung wird jede Laufschaufel spielfrei mit ihren fußseitigen An- bzw. Auflageflächen gegen korrespondierende Auflageflächen der Axialnut im betreffenden Radkranz der Radscheibe gedrückt. Sämtliche Laufschaufeln befinden sich praktisch in

einem jeweils gleichförmigen statischen Auflage- und Einbauzustand, so daß eine gegebenenfalls noch an der Scheibe vorhandene Unwucht- bzw. Restunwucht eindeutig definierbar und kompensierbar ist. Sofern eine Scheibenunwucht vorliegt, kann die betreffende spezifisch gewichtlich abgestimmte Wuchtmasse betriebssicher gegenüber dem Sicherungselement in der betreffenden Ausnehmung am Schaufelfuß festgelegt werden. Bei vergleichsweise einfacher Montage- und Demontagemöglichkeit sind die Laufschaufeln und das Sicherungselement in axialer Richtung an der Radscheibe gesichert.

Die radiale Spalthöhe kann zumindest in Richtung auf eine Radkranz- bzw. Scheibenstirnseite so groß bemessen sein, daß die Wuchtmasse zunächst über die eine größere seitliche Spaltöffnung in die Ausnehmung am Schaufelfuß einsetzbar ist und hierauf das Sicherungselement verkeilt wird.

Grundsätzlich kann ferner die keilartige Verklammerung zumindest im Sinne der Merkmale nach Anspruch 2 oder 3 durchgeführt werden. Eine intensive und längs des Schaufelfußes möglichst große und gleichförmige Flächenpressung ist insbesondere gemäß Anspruch 4 erzielbar, wonach der Axialspalt und das Sicherungselement hinsichtlich des sich axial ändernden Spalthöhenverlaufs im wesentlichen keilförmig aufeinander abgestimmt gestaltet sind.

Gemäß Anspruch 5 kann der keilförmige Verlauf aus jeweils einseitiger Fußabschrägung relativ zur achsparallelen Endfläche des Nutgrundes gewonnen werden. Die Axialnut, und damit die Radscheibe brauchen somit nicht hinsichtlich der Durchführung der Erfindung baulich verändert zu werden.

Mit Anspruch 2 und/oder 6 kann das Sicherungselement vergleichsweise gewichtlich leicht gefertigt werden.

Insbesondere über die Blechsicke (Anspruch 7) ergibt sich bei spezifisch geringem Eigengewicht des Sicherungselements eine vergleichsweise einfache Herstellbarkeit und - soweit erforderlich - zugleich ein formsteifer Aufbau.

Gute Stütz- und Halteeigenschaften ergeben sich mit dem Sicherungselement nach Anspruch 7 und 8. Den Stützabschnitten kann eine gewisse elastische Deformation zugeschrieben werden, um eine möglichst axial gleichförmig am Schaufelfuß herrschende Flächenpressung im Hinblick auf Formtoleranzen zu gewährleisten.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, vorgegebene Bauteiltoleranzen zwischen jeweiligem Fußende und Grund einer Axialnut durch eine vorgegebene Formauswahl an vorrätigen Sicherungselementen auszugleichen.

Anhand der Zeichnungen ist die Erfindung beispielhaft weiter erläutert; es zeigen:

Fig. 1 einen gemäß Teilausschnitt im Sinne der Schnittlinie II-II der Fig. 2 versetzten Axialschnitt eines radial innen und schaufelseitig

außen abgebrochenen Radscheibenabschnitts unter Verdeutlichung einer seitlichen Ansicht des Sicherungselements in axial und radial fester Anordnung im betreffenden axialen Spalt zwischen örtlichem Fußende und Grund einer Axialnut der Radscheibe,

- Fig. 2 einen quermittigen Teilausschnitt der Radscheibe nach Fig. 1 unter örtlich quer und mittig geschnittener Zuordnung des an einer Axialnut verankerten Schaufelfußes, des betreffenden Sicherungselements und eines Wuchtgewichts in der örtlichen Fußausnehmung der Laufschaufel, wobei der axiale Spalt mit örtlich größerer Bauhöhe als in Fig. 1 dargestellt ist,
- Fig. 3 eine im Sinne der Fig. 2 quer und mittig geschnitten dargestellte erste Abwandlung des Sicherungselements und
- Fig. 4 eine im Sinne der Fig. 2 quer und mittig geschnitten dargestellte zweite Abwandlung des Sicherungselements.

Gemäß Fig. 1 und 2 ist jeweils eine Laufschaufel 1 mit ihrem mehrzahnigen Schaufelfuß 2 an einer entsprechend ausgeformten Axialnut E am Radkranz 4 eine Radscheibe 5 verankert. Zwischen dem Fußende 3, radial innen, und dem Nutgrund G der Axialnut 3 ist ein axialer Spalt S belassen, der hinsichtlich der Einbauhöhe - gemäß Fig. 1 von links nach rechts gesehen - zunehmend gleichförmig etwa keilförmig sich erweiternd ausgebildet ist. Der keilförmig sich erweiternde Verlauf des axialen Spalts S ist im vorliegende Fall z.B. durch den Neigungswinkel α charakterisiert, und zwar zwischen dem scheibenachsparellen Nutgrund G und dem hierzu abgeschrägten, radial innen liegenden Ende E des Schaufelfußes 2. Das abgeschrägte Ende E des Schaufelfußes 2 kann z.B. durch einen Schrägschliff bereitgestellt werden.

Innerhalb des axialen Spaltes S ist ein über die rechte offene Spaltseite der Axialnut 3 eingeführtes Sicherungselement 6 keilartig verklemmt. Auf diese Weise wird die Laufschaufel 1 spielloos an der Axialnut 3 festgelegt, wobei entlang gegenseitiger Auflagestellen A (Fig. 2), zwischen den Fuß- und Nut-Zahnprofilen, ein fester Stützkontakt ausgebildet ist.

Das Sicherungselement 6 überbrückt mit einem radial äußeren Wandabschnitt eine im Schaufelfuß 2 enthaltene, einseitig offen Ausnehmung 7, die zur Aufnahme einer spezifisch gewichtlich abgestimmten Wuchtmasse 8 ausgebildet ist.

Gemäß Fig. 1 und 2 ist das Sicherungselement 6 aus einem zumindest abschnittsweise keilförmig verformten Blechstreifen gefertigt. Dieses Sicherungselement kann z.B. durch Stanz- oder Prägeverfahren hergestellt werden. Letzteres gilt insbesondere für die Anfertigung einer Blechsicke 9, die im wesentlichen die

benötigte Keilform bereitstellt, so daß der Axialspalt S und das Sicherungselement 6 hinsichtlich des sich einseitig axial ändernden Spalthöheverlaufs im wesentlichen keilförmig aufeinander abgestimmt gestaltet sind.

Im Beispiel der Fig. 1 und 2 sitzt das Sicherungselement 6 mit seitlich geradwandigen Abschnitten am Nutgrund G auf. Von den geradwandigen Abschnitten ausgehend, ist das Sicherungselement 6 zur Blechsicke 9 verformt, so daß - gemäß Fig. 2 - ein gegenüber dem Nutgrund G teilweise einseitig offener, etwa trapezförmiger Querschnitt ausgebildet ist, der auf die örtlich vorhandene Endkontur der Axialnut 3 am axialen Spalt S abgestimmt gestaltet ist.

Gemäß Fig. 1 kann das Sicherungselement 6 an beidseitigen Endbereichen des axialen Spalts S Stützabschnitte St aufweisen. Die Stützabschnitte St, zwischen denen sich die Blechsicke 9 erstreckt, können von gegenüber den geradwandigen Abschnitten abgewinkelt umgebogenen Blechabschnitten bereitgestellt werden. Ferner enthält das Sicherungselement 6 endseitig axial offene Trennfugen oder -spalte, so daß seitlich außen axial von den Stützabschnitten St vorstehende Endteile E1, E2 laschenartig radial umbiegbar sind, um das Sicherungselement 6 und die betreffende Laufschaufel 1 über den Schaufelfuß 2 axial an der Radscheibe 5 zu sichern.

Auch ohne die genannten Stützabschnitte St ist die Erfindung durchführbar, nämlich in Kombination der keilförmigen Sicke 9 mit den laschenartig umbiegbaren Endteilen E1, E2.

Fig. 3 und 4 verkörpern in Relation zur jeweiligen Axialnut-Konturvorgabe am axialen Spalt S abgewandelte, hier z.B. über dem Umfang in sich geschlossene Hohlprofilarten für Sicherungselemente 6' bzw. 6". Gemäß Fig. 3 weist das Sicherungselement 6' eine auf die radial innere Axialnutkontur abgerundet abgestimmte Kontur auf.

In Fig. 4 ist die in sich geschlossene Hohlprofilkontur des Sicherungselements 6" z.B., von oben nach unten gesehen, sich keilförmig verjüngend auf die radial innere Axialnutkontur am Spalt S abgestimmt gestaltet.

In Abwandlung der Fig. 1 bis 4 können gemäß der Erfindung bei den Sicherungselementen zumindest zur Bereitstellung der jeweiligen Keilform am axialen Spalt S, Vollprofile verwendet werden, die z.B. durch Walz-, Schmiede- oder Pressverfahren hergestellt sind.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Laufschaufelfixierung und zur Beseitigung von Rotorunwuchten bei axial durchströmten Verdichtern oder Turbinen von Gasturbinenriebwerken, bei der die Laufschaufeln (1) mit zahnartig profilierten Schaufelfüßen (2) an korrespondierend ausgeformten Axialnuten (3) einer Radscheibe (5) verankert sind, wobei jeweils zwischen einem Schaufelfußende und dem Grund einer Axialnut (3) ein axialer Spalt (S) belassen in dem ein Sicherungselement (6) angeordnet ist, das

an beiden aus dem Spalt herausragenden Enden (E1,E2) einander entgegengerichtet gegen Stirnflächen der Radscheibe (5) und eines Schaufelfußes (2) umgebogen ist, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Sicherungselement (6) in einem Axialspalt (S) zwischen dem Nutgrund (G) und dem Schaufelfuß keilartig verklemmt ist und dabei eine Ausnehmung (7) überbrückt, die im Schaufelfuß (2) zur Aufnahme einer Wuchtmasse (8) ausgebildet ist.

5

10

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherungselement (6) abschnittsweise mit in einer axialen Richtung sich fortlaufend vergrößerndem Bauteilquerschnitt keilförmig gestaltet ist.

15

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Axialspalt (S) mit sich in der einen axialen Richtung fortlaufend vergrößernder Bauhöhe von relativ zueinander geneigten Endflächen eines Schaufelfußes (2) und des Nutgrundes (G) keilförmig ausgebildet ist.

20

4. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Axialspalt (S) und das Sicherungselement (6) hinsichtlich des sich einseitig axial ändernden Spalthöhenverlaufs im wesentlichen keilförmig aufeinander abgestimmt gestaltet sind.

25

30

5. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der keilförmige Verlauf des Axialspaltes (S) jeweils zwischen einer achsparallelen Endfläche am Nutgrund (G) und der relativ dazu abgeschrägten Endfläche (E) eines Schaufelfußes (2) ausgebildet ist.

35

6. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherungselement (6) aus einem abschnittsweise keilförmig verformten Blechstreifen gefertigt ist.

40

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherungselement (6) im wesentlichen durch eine Blechsicke (9) keilförmig gestaltet ist, die, von geradwandigen Abschnitten ausgehend, in Richtung auf ein Schaufelfußende (E) keilförmig ausgeformt ist, wobei das Sicherungselement (6) mit den geradwandigen Abschnitten am Nutgrunde aufsitzt.

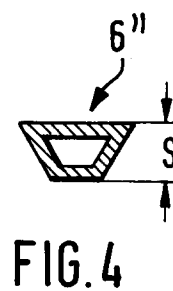
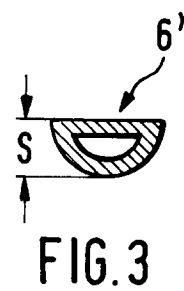
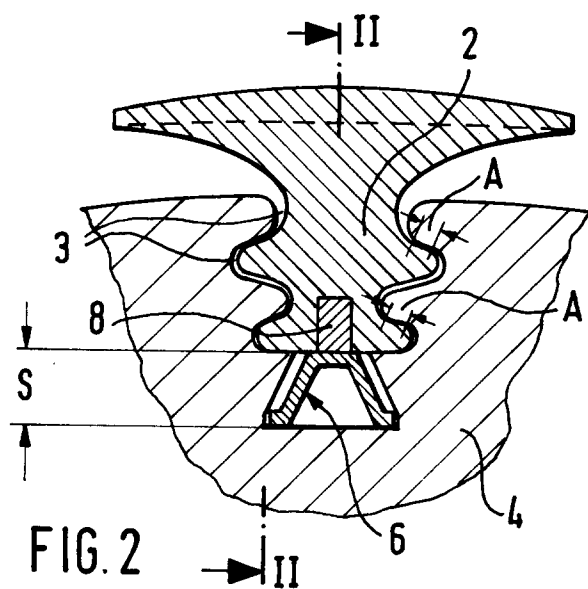
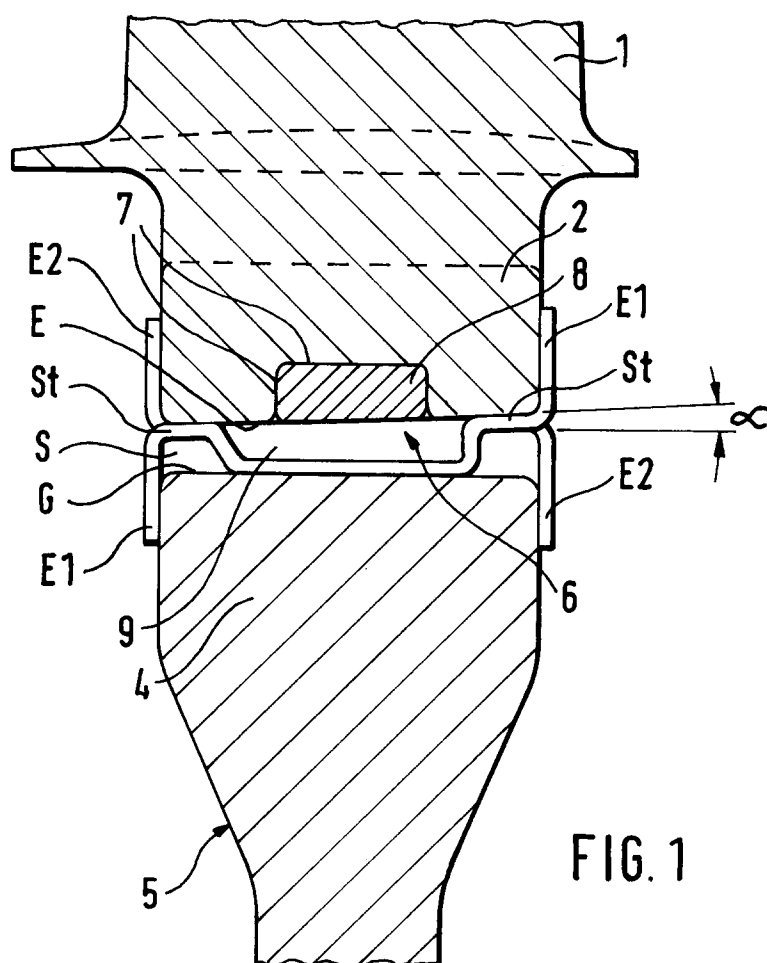
45

50

8. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherungselement (6) an beidseitigen Endbereichen des Axialspaltes (S) in Abstimmung auf die örtlich unterschiedliche Einbauhöhe abgewinkelt umgebogene Stützabschnitte (St) für den Schaufelfuß (2) aufweist, an die sich die über Trennspalte laschenartig umbiegbaren Enden (E1,E2) des Sicherungselements (6) anschließen.

55

9. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherungselement (6,6',6'') hinsichtlich des jeweils größeren Teils der Längen-Erstreckung im axialen Spalt (S) als Hohl- oder Vollprofil auf die örtlich vorgegebene Kontur der Axialnut (3) am axialen Spalt (S) abgestimmt gestaltet ist.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 2351

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE-A-43 00 773 (MTU) * das ganze Dokument * ---	1	F01D5/30 F01D5/02 F04D29/66
A	DE-A-14 28 218 (ROLLS-ROYCE) * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 3 * * Seite 5, Zeile 7 - Seite 6, Zeile 3; Anspruch 8 * * Abbildungen * ---	1	
A	EP-A-0 068 923 (SNECMA) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 10 * * Spalte 4, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 12; Abbildungen 1-5 * ---	1	
A	GB-A-2 105 790 (ROLLS ROYCE) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1	
A	US-A-3 720 480 (PLOWMAN J ET AL) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 5; Abbildungen 5,6 * ---	1,8	
A	DE-A-15 51 211 (SIEMENS) * Anspruch 1; Abbildungen * ---	1	
A	EP-A-0 110 744 (SNECMA) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1,7	
A	US-A-3 076 634 (BOYLE ET AL) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17.November 1995	Prüfer Zidi, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.82 (P4/C03)