

(19)



(11)

EP 2 407 673 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.01.2012 Patentblatt 2012/03

(51) Int Cl.:
F04D 29/56^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10007156.2**

(22) Anmeldetag: **12.07.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

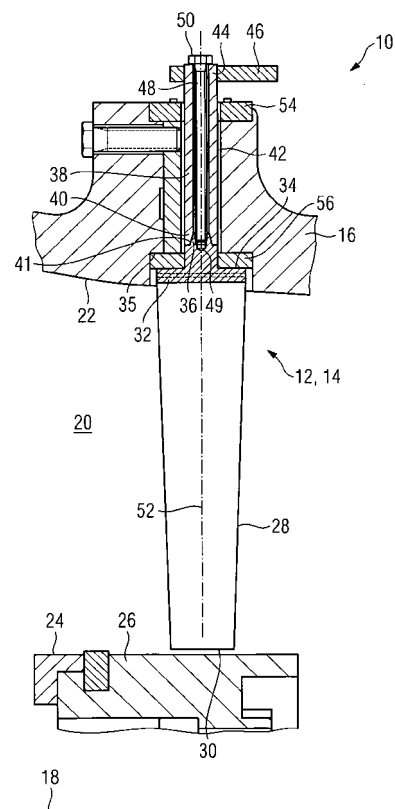
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Brandenburg, Thomas
40217 Düsseldorf (DE)**
• **Ecke, Daniel
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)**
• **Hofmann, Markus
44581 Castrop-Rauxel (DE)**

- **Kunze, Markus
46569 Hünxe (DE)**
- **Matthias, Torsten
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Mertens, Bernward, Dr.
51379 Leverkusen (DE)**
- **Müller, Dirk
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Paus, Markus
46119 Oberhausen (DE)**
- **Placzek, Andre
46240 Bottrop (DE)**
- **Sander, Jens
46236 Bottrop (DE)**
- **Schirmmacher, Achim
45663 Recklinghausen (DE)**
- **Shevchenko, Vadim
44265 Dortmund (DE)**

(54) **Verdichter**

(57) Die Erfindung betrifft einen Verdichter 10 mit verstellbaren Leitschaufeln 14, bei denen das Schaufelblatt 28 der Leitschaufel 14 durch den Strömungskanal 20 dem Verdichter 10 entnehmbar ist. Um dies zu erreichen wird vorgeschlagen, dass der im Gehäuse 16 zur drehbaren Lagerung der Leitschaufel 14 erforderliche Zapfen 38 vom Schaufelblatt 28 lösbar ist.

**EP 2 407 673 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verdichter mit einem ringförmigen Strömungskanal radial außen begrenzenden Gehäuse, in dem sich radial durch den Strömungskanal erstreckende Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes drehgelagert gehalten sind.

[0002] Axial durchströmte Verdichter von stationären Gasturbinen mit verstellbaren Einlassleitschaufeln sind aus dem Stand der Technik in umfangreicher Art und Weise bekannt. Die verstellbaren Einlassleitschaufeln umfassen ein Schaufelblatt, welches an einem kreisrunden Teller angeordnet ist. Der Teller bildet die Plattform der Verdichterschaukel. An der Rückseite des Tellers ist ein Zapfen vorgesehen. Der Zapfen dient als Antriebswelle, um die Einlassleitschaufel des Verdichters um ihre Längsachse zu drehen bzw. zu schwenken. Zur Aufnahme des Zapfens sind im Gehäuse des Verdichters Bohrungen vorgesehen, die für jeden Leitschaufelkranz in einer Ebene senkrecht zur Maschinenachse des Axialverdichters liegen und sich jeweils in Radialrichtung erstrecken, bezogen auf die Maschinenachse. Die Zapfen durchdringen die Bohrungen, so dass gehäuseaußenseitig an jedem Zapfen ein Hebel befestigt ist, mit welchem die Drehbewegung der Verdichterschaukel bewirkt werden kann. Zumeist ist dafür ein sogenannter Verstellring an den Hebeln angelenkt, wodurch eine Drehbewegung des Verstellrings in Umfangsrichtung in eine Drehung des Zapfens um seine Längsachse umgewandelt wird. Dabei ist es bekannt, auch freistehende Leitschaufeln als verstellbare Leitschaufeln zu verwenden.

[0003] Es hat sich herausgestellt, dass es wünschenswert ist, einzelne Leitschaufeln tauschen zu können. Derzeit muss bei häufig geteilten Gehäusen von axial durchströmten, zur Energieerzeugung vorgesehenen Gasturbinen, die obere Gehäusehälfte abgehoben werden. Erst danach kann die Leitschaufel der Bohrung entnommen werden. Diese Methode ist jedoch vergleichsweise zeitaufwendig und führt somit zu großen Stillstandszeiten, die die Verfügbarkeit der Gasturbine reduzieren.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung eines zuverlässigen Verdichters mit verstellbaren Leitschaufeln, deren Demontage- und Montagedauer im Wartungsfall verkürzt sind.

[0005] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird mit einem Verdichter gelöst, welcher ein ringförmigen Strömungskanal radial außen begrenzendes Gehäuse aufweist, in dem sich radial durch den Strömungskanal erstreckende Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes drehgelagert gehalten sind, wobei zur Drehung jeder Leitschaufel ein sich durch das Gehäuse erstreckender Zapfen vorgesehen ist, dessen erstes Ende mit der Leitschaufel verbunden ist, wobei die Verbindung zwischen der Leitschaufel und dem betreffenden Zapfen lösbar ist.

[0006] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass, wenn Leitschaufel und Zapfen nicht einstückig ausgebildet sind, sondern voneinander lösbar sind, das

Schaufelblatt samt Plattform durch den Strömungskanal des Verdichters entnehmbar ist, ohne dass dafür das Gehäuseoberteil des Verdichters abgehoben werden muss. Nach Entnahme der Leitschaufel verbleibt der zugehörige Zapfen in seiner Bohrung. Diese Art der Demontage der verstellbaren Leitschaufel spart in erheblichem Umfang Montageaufwand, was die Stillstandszeit des Verdichters beziehungsweise einer mit einem solchen Verdichter ausgestatteten Gasturbine signifikant verringert. Ein weiterer, großer Vorteil liegt darin, dass die Leitschaufel dabei nur einseitig, d. h. gehäuseseitig gelagert ist und somit eine definierte radiale Position aufweist. Die der freistehenden Schaufelspitze gegenüberliegende Wand des Rotors dient dann ausschließlich zur inneren Begrenzung des ringförmigen Strömungskanals und wird somit nicht mehr zur Aufnahme von nabenseitigen Leitschaufelzapfen benötigt, die ansonsten bei nicht freistehenden Leitschaufeln in einen Innenring gelagert waren.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Gemäß einer ersten vorteilhaften Weiterbildung weist die betreffende Leitschaufel gehäuseseitig eine Plattform auf, welche durch einen Konusverbindung mit dem Zapfen verbunden ist. Vorzugsweise ist an einer ersten Seite der Plattform ein sich quer erstreckendes aerodynamisch gekrümmtes Schaufelblatt und an einer zweiten dem Schaufelblatt abgewandten Seite ein Kegelstumpf angeordnet, welcher Kegelstumpf in einem am ersten Ende des Zapfens angeordneten konischen Aufnahme verspannt sitzt. Durch die Verwendung einer Konusverbindung wird gewährleistet, dass das Schaufelblatt der Leitschaufel in konzentrischer Verlängerung der Zapfenachse angeordnet ist. Es wird somit eine zentrische Verbindung angegeben, die etwaige montagebedingte Fehl- oder Schrägstellungen des Schaufelblatts gegenüber der Zapfenachse größtmöglich vermeidet. Dies erhöht die Genauigkeit der Konstruktion und vermeidet aerodynamische Verluste beim Betrieb des Verdichters. Auch werden somit in der Strömung über den Umfang verteilte Ungleichmäßigkeiten weitestgehend vermieden, die bei Fehlstellungen auftreten können. Als Verbindung zwischen Zapfen und Leitschaufel wird die Konusverbindung bevorzugt. Jedoch ist es auch möglich, anstelle der Konusverbindung eine Zapfen-Buchse-Verbindung zu verwenden.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung erstreckt sich längs durch den betreffenden Zapfen eine in den Kegelstumpf eingeschraubte Spannschraube. Der Zapfen ist somit als hohle Welle ausgebildet. Die Spannschraube weist dabei einen Schraubenkopf auf, welcher sich am zweiten Ende des Zapfens abstützen kann, wodurch beim Spannen der Spannschraube der Kegelstumpf in die konische Aufnahme des Zapfens hineingezogen wird. Hiermit ist eine vergleichsweise einfache Konstruktion möglich, bei der von außen die Verbindung zwischen Zapfen und Leitschaufel hergestellt und gelöst werden kann. Bei geschlossenem Gehäuse ist dann le-

diglich erforderlich, dass ein im Strömungskanal befindlicher Monteur die Leitschaukel hält und in Empfang nimmt, während ein zweiter Monteur die entsprechende Spannschraube löst.

[0010] Um in Bezug auf die Maschinenachse des Verdichters die radiale Position der Leitschaukel einzustellen zu können, ist jeweils eine verstellbare Lagereinheit am Gehäuse vorgesehen, welche den betreffenden Zapfen lagert. Die verstellbare Lagereinheit kann auch selbstverständlich dann verwendet werden, wenn Leitschaukel und Zapfen nicht modular ausgestaltet sind, sondern monolithisch. Durch die verstellbare Lagereinheit kann der Spalt zwischen innerer Begrenzungswand des Ringkanals und Schaufelblattspitze auf das gewünschte Maß eingestellt werden. Das Anstreifen der Schaufelblattspitze am Rotor kann somit vermieden werden. Sofern das Schaufelblatt ein Profil aufweist, welches über den Plattformrand hinausragt, kann mit der verstellbaren Lagereinheit gleichzeitig auch der gehäuseseitige Radialspalt zwischen überstehendem Schaufelblatt und Gehäuse eingestellt werden.

[0011] Vorzugsweise sind die Plattformen der Leitschaukeln jeweils an einer ringförmigen, gegenüber der Strömungskanaloberfläche entsprechend zurückspringenden Anspiegelungsfläche versenkt angeordnet. Dies ermöglicht eine nahezu stufenlose und kantenfreie Strömungspfadbegrenzungsfläche, die dadurch sehr windgeschlupfrig ist. Aerodynamische Verluste können somit weitestgehend vermieden werden.

[0012] Vorzugsweise ist bei allen Leitschaukeln die Verbindung mit dem betreffenden Zapfen lösbar. Zweckmäßigerweise sind die drehbaren Leitschaukeln als freistehende Leitschaukeln ausgebildet, so dass beim Lösen der Verbindung zwischen Zapfen und Leitschaukel diese lediglich leicht gekippt werden müssen, um sie ihrer Betriebslage zu entnehmen.

[0013] Eine einfache Entnahme der verdrehbaren Leitschaukeln ist insbesondere dann möglich, wenn diese als Einlassleitschaukeln des Verdichters ausgebildet sind. In diesem Fall sind stromauf der Einlassleitschaukeln keine weiteren Schaufeln angeordnet, was den Zugang für einen Monteur erleichtert. Zweckmäßigerweise weist eine stationäre Gasturbine einen Verdichter vorgenannter Art auf.

[0014] Die weitere Erläuterung der Erfindung erfolgt anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels. Es zeigt:

[0015] die einzige Figur einen Längsschnitt durch einen Ausschnitt eines Axialverdichters.

[0016] Die einzige Figur zeigt einen Längsschnitt durch einen Verdichter 10 axialer Bauart, im Abschnitt seiner um ihre jeweilige Längsachse 52 drehbaren Einlassleitschaukeln 12. Die gezeigte Einlassleitschaukel 12 steht stellvertretend für jegliche um ihre Längsachse verstellbaren Leitschaukeln 14 eines Verdichters 10. Der Verdichter 10 umfasst ein sowohl axial als auch in Umfangsrichtung geteiltes Gehäuse 16. Das Gehäuse 16 umgreift die Maschinenachse 18 des Verdichters 10, ent-

lang welcher sich ein ringförmiger Strömungskanal 20 erstreckt. Radial außen begrenzt die nach innen gewandte Fläche 22 des Gehäuses 16 den Strömungskanal 20. Radial innen wird der Strömungskanal 20 von der äußeren Mantelfläche 24 eines Verdichterrisors 26 begrenzt. Der Verdichterrotor 26 ist um die Maschinenachse 18 drehbar. Die Leitschaukel 14 ist ohne kopfseitige Plattform ausgebildet, so dass deren freistehende Schaufelblattspitze 30 der Mantelfläche 24 radialsplaltbildend gegenüber liegt. Am radial äußeren, gehäuseseitigen Ende des aerodynamisch gekrümmten Schaufelblatts 28 ist eine kreisrunde Plattform 32 in Form eines Tellers vorgesehen, wobei Plattform 32 und Schaufelblatt 28 eine monolithische Einheit bilden. Die Plattform umfasst an ihrer dem Schaufelblatt 28 abgewandten Seite 34 einen Kegelstumpf 36. An dem Kegelstumpf 36 liegt ein Zapfen 38 mit seinem ersten Ende 40 an. Dazu ist am ersten Ende 40 stirnseitig eine konische Aufnahme 41 (Konus) vorgesehen. Der Zapfen 38 erstreckt sich durch eine im Gehäuse 16 angeordnete Bohrung 42, so dass das zweite Ende 44 des Zapfens 38 aus dem Gehäuse 16 ragt. Am zweiten Ende 44 ist ein Hebel 46 angeordnet, an den ein nicht dargestellter Verstellring angelenkt ist. Der Zapfen 38 ist hohl ausgebildet, so dass sich durch ihn eine Spannschraube 48 erstreckt. Die Spannschraube 48 weist einen Schraubenkopf 50 auf, der sich am zweiten Ende 44 des Zapfens 38 abstützt. Die Spannschraube 48 ist gleichzeitig in ein im Kegelstumpf 36 vorgesehenes Gewindeloch 49 eingeschraubt, wodurch der Kegelstumpf 36 in der am ersten Ende 40 angeordneten konischen Aufnahme 41 vorgespannt sitzt. Der Zapfen 38 ist in der Bohrung 42 drehbar gelagert, so dass der Zapfen 38 und die daran befestigte Leitschaukel 14 um deren gemeinsame Längsachse 52 einheitlich drehbar bzw. schwenkbar sind.

[0017] An der äußeren Seite des Gehäuses 16 ist eine verstellbare Lagereinheit 54 für den Zapfen 38 vorgesehen, mit dem dessen radiale Position und somit auch die radiale Position der Leitschaukel 14 vorgegeben werden kann. Es handelt sich dabei um ein Festlager mit radialer Einstellung. Gleichzeitig ist die Plattform 32 an einer Anspiegelungsfläche 35 in Form eines Loslagers 56 versenkt angeordnet.

[0018] Zur Demontage der Leitschaukel 14 muss lediglich die Spannschraube 48 gelöst und aus dem Kegelstumpf 36 ausgeschraubt werden. Dann ist ein im Strömungskanal 20 befindlicher Monteur in der Lage, die Leitschaukel 14 dem Verdichter 10 zu entnehmen. Dazu muss der Monteur die Schaufelblattspitze 30 in Axialrichtung - hier nach links -schwenken, womit der fußseitige, d. h. plattformseitige Teil der Leitschaukel 14 sich von der Anspiegelungsfläche 35 löst. Anschließend ist die Leitschaukel 14 dem Verdichter 10 durch den Strömungskanal 20 entnehmbar. Das Abdecken des Gehäuseoberteils ist zur Demontage der Leitschaukel 14 somit nicht mehr erforderlich. Selbstverständlich müssen Schaufelblatt 28 und Plattform 32 nicht als monolithische Einheit ausgebildet sein. Sie können auch separat voneinander

gefertigt sein. In dieser Ausführungsform weist die Plattform 32 samt Kegelstumpf 36 anstelle des Gewindelochs 49 eine Durchgangsbohrung auf, durch die sich die Spannschraube 48 erstreckt. Die Spannschraube 48 ist dann in ein am Schaufelblatt 28 angeordnetes Gewindeloch eingeschraubt, so dass zwischen Schraubenkopf 50 und Schaufelblatt 28 sowohl der Zapfen 38 als auch die Plattform 32 verspannt sind. Unabhängig davon muss die Plattform 32 nicht zwingend eine kreisrunde Form aufweisen. Andere Konturen sind ebenfalls möglich.

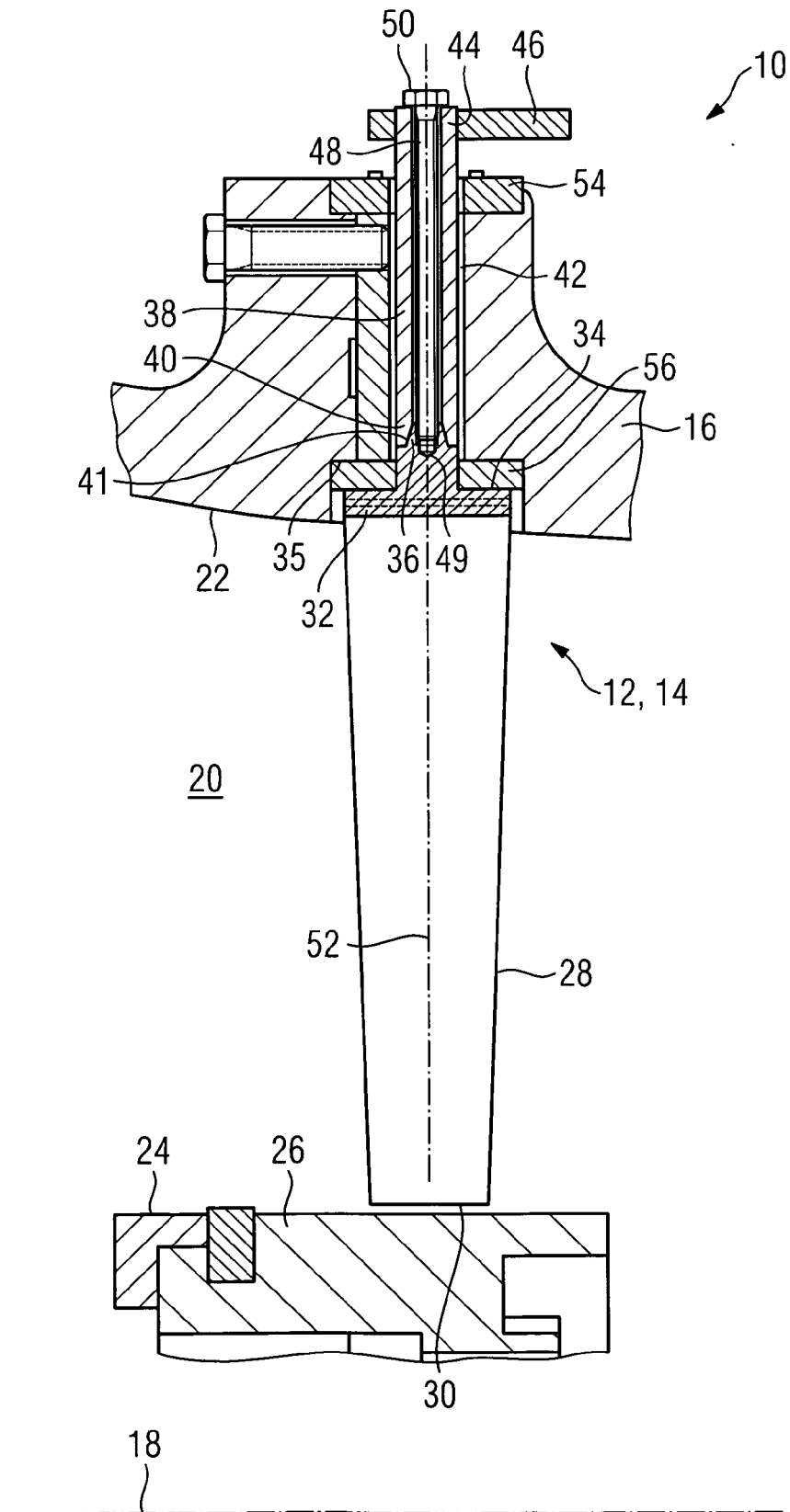
[0019] Ebenso ist eine weitere Ausführungsform vorstellbar, bei der das Schaufelblatt 28 ohne Zwischenschaltung einer Plattform am Zapfen 38 angeordnet ist.

[0020] Insgesamt wird mit der Erfindung ein Verdichter 10 mit verstellbaren Leitschaufeln 14 angegeben, bei denen das Schaufelblatt 28 der Leitschaufel 14 durch den Strömungskanal 20 dem Verdichter 10 entnehmbar ist. Um dies zu erreichen wird vorgeschlagen, dass der im Gehäuse 16 zur drehbaren Lagerung der Leitschaufel 14 erforderliche Zapfen 38 vom Schaufelblatt 28 lösbar ist.

Patentansprüche

1. Verdichter (10),
mit einem einen ringförmigen Strömungskanal (20) radial außen begrenzenden Gehäuse (16), in dem sich radial durch den Strömungskanal (20) erstreckende Leitschaufeln (14) eines Leitschaufelkranzes drehgelagert gehalten sind, wobei zur Drehung jeder Leitschaufel (14) ein sich durch das Gehäuse (16) erstreckender Zapfen (38) vorgesehen ist, dessen erstes Ende (40) mit der Leitschaufel (14) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei zumindest einer der Leitschaufeln (14) die Verbindung mit dem betreffenden Zapfen (38) lösbar ist.
2. Verdichter (10) nach Anspruch 1,
bei dem die betreffende Leitschaufel (14) gehäuseseitig eine Plattform (32) aufweist, welche durch eine Konusverbindung mit dem Zapfen (38) verbunden ist.
3. Verdichter (10) nach Anspruch 2,
bei der an einer ersten Seite der Plattform (32) ein sich dazu quer erstreckendes aerodynamisch gekrümmtes Schaufelblatt (28) und an einer zweiten, dem Schaufelblatt abgewandten Seite (34) ein Kegelstumpf (36) angeordnet ist, welcher Kegelstumpf (36) in einem am ersten Ende (40) des Zapfens (38) angeordneten konischen Aufnahme (41) sitzt.
4. Verdichter (10) nach Anspruch 3,
bei dem sich längs durch den betreffenden Zapfen (38) eine in den Kegelstumpf (36) eingeschraubte Spannschraube (48) erstreckt.

5. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der Zapfen (38) im Gehäuse (16) - bezogen auf die Maschinenachse (18) - radial verlagert ist.
6. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Plattformen (32) der Leitschaufeln (14) jeweils an einer ringförmigen, gegenüber der Strömungskanaloberfläche entsprechend zurückspringenden Anspiegelungsfläche (35) versenkt angeordnet sind.
7. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem bei allen Leitschaufeln (14) des betreffenden Leitschaufelkranzes die Verbindung mit dem betreffenden Zapfen (38) lösbar ist.
8. Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der Leitschaufelkranz als Einlasleitschaufelkranz ausgebildet ist.
9. Stationäre Gasturbine mit einem Verdichter (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 00 7156

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/240990 A1 (ROCKLEY CHRISTOPHER I [GB]) 2. Dezember 2004 (2004-12-02) * das ganze Dokument * * Abbildungen 2,3,4 * * Absätze [0036] - [0050] * -----	1-9	INV. F04D29/56
X	EP 1 892 422 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27. Februar 2008 (2008-02-27) * Abbildung 1 * -----	1	
X	EP 1 818 509 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15. August 2007 (2007-08-15) * Abbildung 1 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 8. Dezember 2010	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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 Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 00 7156

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.

08-12-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2004240990	A1	02-12-2004	GB	2402181 A	01-12-2004
EP 1892422	A1	27-02-2008	KEINE		
EP 1818509	A1	15-08-2007	WO	2007090731 A2	16-08-2007

EPO FORM P0461

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