



(11) **EP 2 080 871 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.07.2009 Patentblatt 2009/30**

(51) Int Cl.:  
**F01D 17/16<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08150265.0**

(22) Anmeldetag: **15.01.2008**

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

- **Neuenschwander, Peter**  
**8006 Zürich (CH)**
- **Bosse, Thorsten**  
**8004 Zürich (CH)**
- **Phillipsen, Bent**  
**5406 Baden-Rütihof (CH)**

(71) Anmelder: **ABB Turbo Systems AG**  
**5400 Baden (CH)**

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**  
**C/o ABB Schweiz AG**  
**Intellectual Property (CH-LC/IP),**  
**Brown Boveri Strasse 6**  
**5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Jarusel, Matthias**  
**79774 Albrück (DE)**

(54) **Leitvorrichtung für Schaufelverstellung**

(57) Die Befestigung für den Anbau der Leitvorrichtung (40) am Gasaustrittsgehäuse (20) wird in dem Bereich radial ausserhalb der Leitschaufeln (41, 42) positioniert.

Damit kann die Umfangsposition der Leitschaufeln innerhalb der vorgegebenen Winkel frei gewählt werden. Es entstehen keine Kollisionen zwischen den Leitschaufeln (41, 42) und den Befestigungsmitteln (50).

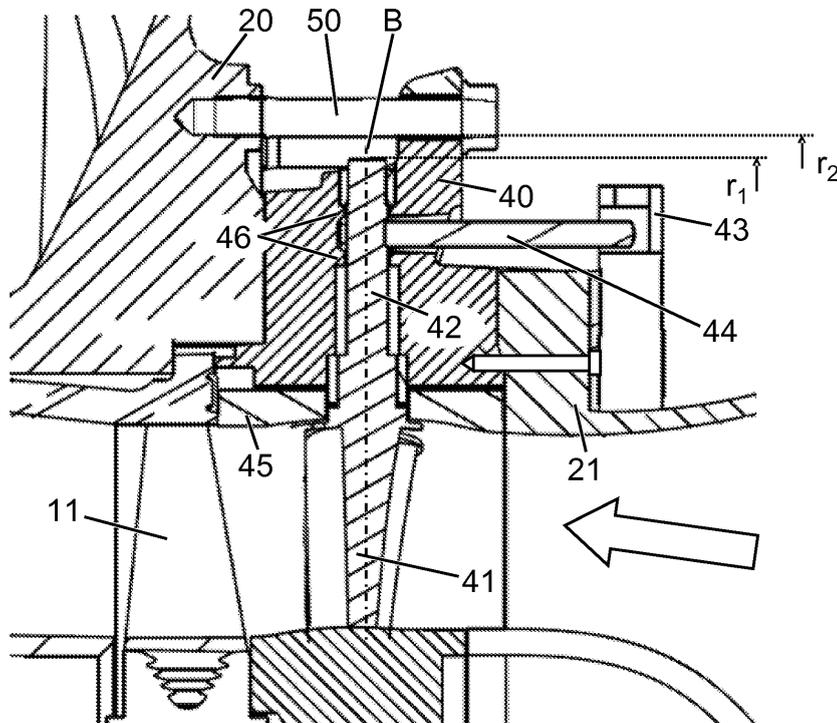


Fig. 2

EP 2 080 871 A1

## Beschreibung

Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Strömungsmaschinen, insbesondere der Abgasturbolader für aufgeladene Brennkraftmaschinen.

Sie betrifft eine Befestigungsvorrichtung für eine Leitvorrichtung, mit welcher die Leitvorrichtung an dem Gehäuse einer solchen Strömungsmaschine befestigt wird.

Stand der Technik

**[0002]** Abgasturbolader werden zur Leistungssteigerung von Brennkraftmaschinen (Hubkolbenmotoren) eingesetzt. Ein Abgasturbolader besteht aus einer Abgasturbine im Abgasstrom der Brennkraftmaschine und einem Verdichter im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine. Das Turbinenrad der Abgasturbine wird vom Abgasstrom der Brennkraftmaschine in Rotation versetzt und treibt über eine Welle das Laufrad des Verdichters an. Der Verdichter erhöht den Druck im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine, so dass beim Ansaugen eine größere Menge Luft in die Brennkammern gelangt. Abgasturbinen werden auch als Nutzturbinen eingesetzt. In diesem Fall treiben sie über die Welle nicht den Verdichter eines Abgasturboladers an, sondern einen Generator oder über eine Kupplung ein anderes, mechanisches Nutzteile.

Die jüngste Entwicklung im Bereich moderner Hubkolbenmotoren wird von der Reduktion der Emissionen, der Kosten und des Brennstoffverbrauchs getrieben. Das Aufladesystem des Motors trägt dabei massgeblich zur Erreichung der Entwicklungsziele bei. In der Vergangenheit sind bei Grossmotoren überwiegend Abgasturbolader mit Turbinen- und Verdichterkomponenten mit festen Geometrien verwendet worden (Fix-Geometrien). Diese Geometrien sind für jeden einzelnen Motor ausgelegt und angepasst worden. Während dem Betrieb des Motors waren sie aber unveränderlich. Um zukünftig eine noch bessere Anpassung des Abgasturboladers an den Motor während dem Betrieb zu ermöglichen, steht der Einsatz von im Betrieb verstellbaren (oder variablen) Turbinengeometrien (VTG) vermehrt zur Diskussion. Dabei wird die Öffnung der Leitschaufeln der Leitvorrichtung der Abgasturbine durch eine Verdrehung der Leitschaufeln variiert. Die Verwendung von verstellbaren Turbinengeometrien ist bekannter Stand der Technik und insbesondere im Bereich der Kleinmotoren, wie sie etwa in Personenkraftwagen eingesetzt werden, weit verbreitet. Bei den Grossmotoren werden bereits heute bei Gasmotoren, die eine genaue Regelung des Brennstoff/Luft-Verhältnisses erfordern, variable Turbinengeometrien verwendet. In der Zukunft ist mit verbreitetem Einsatz von variablen Turbinengeometrien bei Grossmotoren zu rechnen.

Die Strömungskomponenten des Turboladers sind aus Gründen der Wirtschaftlichkeit für hohe spezifische Durchsätze entwickelt worden (hoher Massenstrom im

Vergleich zur geometrischen Grösse). Die Laufschaufeln der Turbinen solcher Turbomaschinen können hohen Schwingungsanregungen ausgesetzt sein. Um ein sicheres Betriebsverhalten zu gewährleisten, sollte bei der Entwicklung der Turbine eine sehr genaue Abstimmung von Leitvorrichtung (Düsenring) und Laufschaufelgeometrie gemacht werden.

Insbesondere kann das Problem auftreten, dass die Leitschaufeln der Leitvorrichtung für die Laufschaufeln des Turbinenrades eine periodische Störung darstellen, mit Frequenz gleich Leitschaufelzahl mal Drehzahl. Stimmt diese Frequenz mit Eigenfrequenzen der Laufschaufeln überein, können Resonanzen entstehen. Die Wechselspannungen in diesen Resonanzen können allenfalls zu Materialschäden führen. Es ist bekannt, dass die Resonanzamplituden mit abnehmender Öffnung der Leitschaufeln ansteigen. Dies kann zur Begrenzung der zulässigen Öffnungen der Leitschaufeln führen. Bei der variablen Turbinengeometrie ist es wichtig, einen grossen Verstellbereich der Leitschaufelöffnung zu Verfügung zu haben. Falls der Bereich der zulässigen Leitschaufelöffnungen durch unzulässige Resonanzen eingeschränkt werden muss, reduziert sich der Nutzen der variablen Turbinengeometrie.

Aus "Theoretical and Experimental Analysis of the Reduction of Rotor Blade Vibration in Turbomachinery Through the use of Modified Stator Vane Spacing"; R. H. Kemp, M. H. Hirschberg, W. C. Morgan. NACA Technical Note 4374, 1958 ist bekannt, dass eine ungleichmässige Verteilung der Umfangsposition der Leitschaufeln eine deutliche Reduktion der Resonanzamplituden bewirken kann. Die ungleichmässige Anordnung der Leitschaufeln wird heute bei vielen Turbomaschinen verwendet, um Resonanzamplituden zu reduzieren.

Die variable Leitvorrichtung (VTG) wird bei Abgasturboladern für Grossmotoren in der Regel als separates Modul gebaut und an den Gasein- und Gasaustrittsgehäusen der Abgasturbine befestigt, wie dies in der Fig.1 angedeutet ist. Das Gaseintrittsgehäuse und das Gasaustrittsgehäuse sind in der Regel für den Anbau an unterschiedlichen Motoren in Stufen von bestimmten Winkeln, beispielsweise 15°, frei drehbar. Dies führt typischerweise zur Verwendung von über den Umfang gleichmässig verteilten Schrauben (bei Abschnitten von 15°, ergibt dies 24 Schrauben). Bei der Verwendung von ungleichmässig angeordneten Leitschaufeln werden Kollisionen zwischen den Leitschaufeln und den Schrauben unvermeidlich.

Kurze Darstellung der Erfindung

**[0003]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine verstellbare Leitvorrichtung für eine Strömungsmaschine, etwa eine Abgasturbine, derart zu optimieren, dass die zur Befestigung am benachbarten Gehäuse verwendeten Befestigungsmittel unabhängig von der Ausrichtung der Leitvorrichtung zum Gehäuse angebracht werden können.

Die Erfindungsidee besteht in der Verlagerung der Befestigung für den Anbau der Leitvorrichtung in den Bereich radial ausserhalb der Leitschaufeln, insbesondere radial ausserhalb der Leitschaufel-Schäfte. Damit kann die Umfangsposition der Leitschaufeln innerhalb der vorgegebenen Winkel frei gewählt werden. Es entstehen keine Kollisionen zwischen den Leitschaufeln und den Befestigungsmitteln.

Die Leitschaufeln können sowohl gleichmässig wie ungleichmässig am Umfang verteilt werden.

Für die ungleichmässige Anordnung werden die Leitschaufeln durch ungleichmässige Verteilung der Leitschaufelaufnahme im Entlastungsring, Trägerring und Nutenring verwirklicht.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0004]** Nachfolgend wird eine Ausführungsform der Erfindung anhand von Zeichnungen detailliert erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Abgasturbine mit einer verstellbaren Leitvorrichtung gemäss dem Stand der Technik, und

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Abgasturbine mit einer erfindungsgemäss ausgebildeten, verstellbaren Leitvorrichtung.

#### Weg zur Ausführung der Erfindung

**[0005]** Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt einer herkömmlichen Axialturbine eines Abgasturboladers. Das Turbinenrad 10 ist auf der um die Achse A drehbar in einem Lagergehäuse gelagerten Welle 30 angeordnet. Das Turbinenrad 10 umfasst eine Vielzahl von Laufschaufeln 11, welche am radial äusseren Rand des Turbinenrades entlang dem Umfang verteilt angeordnet sind. Die Abgasströmung in dem Strömungskanal ist mit Pfeilen angedeutet. Die Laufschaufeln des Turbinenrades werden in axialer Richtung angeströmt. Stromaufwärts der Laufschaufeln 11 der Abgasturbine ist eine verstellbare Leitvorrichtung (Verstellbare Turbinengeometrie) angeordnet. Diese verstellbare Leitvorrichtung umfasst eine Vielzahl von Leitschaufeln 41, welche jeweils einen Schaft 42 aufweisen. Jede der Leitschaufeln 41 ist jeweils mit ihrem Schaft 42 um die Achse B drehbar im Gehäuse gelagert. Das Gehäuse der Leitvorrichtung umfasst im wesentlichen einen Tragring 40, welcher den Strömungskanal ringförmig umschliesst. Zum Strömungskanal hin kann der Tragring 40 noch einen Entlastungsring 45 umschliessen. Die Schäfte 42 der Leitschaufeln 41 sind im Tragring 40 in dafür vorgesehenen Bohrungen angeordnet. Die Bohrungen verlaufen, wie die Schäfte 42 der Leitschaufeln 41, im wesentlichen in radialer Richtung. Der Tragring ist mit Befestigungsmitteln 50 am Gasaustrittsgehäuse 20 befestigt. Als Befestigungsmittel werden Bolzen oder Schrauben verwendet. Die verstell-

bare Leitvorrichtung umfasst weiter einen Verstellring 43 sowie pro Leitschaufel einen Verstellhebel 44. Zum Verstellen der Leitvorrichtung wird der Verstellring 43 in Umfangsrichtung bewegt. Die Verstellhebel 44 übertragen die Rotationsbewegung auf die Schäfte 42 der Leitschaufeln.

**[0006]** Bei der erfindungsgemäss ausgeführten Leitvorrichtung nach Fig. 2 sind die Befestigungsmittel radial ausserhalb der Lagerstellen 46 der Leitschaufel-Schäfte 42, bzw. radial ausserhalb der freien Enden der Leitschaufel-Schäfte angeordnet. Der Radius  $r_2$ , ausserhalb dessen sich die Befestigungsmittel 50 befinden ist somit grösser als der Radius  $r_1$ , innerhalb dessen sich die Leitschaufel-Schäfte befinden.

5 Damit können die Leitschaufeln 41 sowohl gleichmässig wie ungleichmässig entlang des Umfangs des Trägerrings verteilt werden, ohne dass dadurch die Befestigungsmittel 50 und die Schäfte 42 der Leitschaufeln einander kreuzen. Die ungleichmässige Anordnung der Leitschaufeln 41 wird durch ungleichmässige Verteilung der Leitschaufelaufnahme im Entlastungsring 45, Trägerring 40 und Verstellring verwirklicht. Der Trägerring 40 lässt sich auch bei unregelmässig verteilten Leitschaufeln in jedem Winkel bezüglich des Gasaustrittsgehäuses 20 positionieren, welcher die entlang dem Umfang verteilt angeordneter Bohrungen für die Befestigungsmittel zulassen. Die Umfangsposition der Leitschaufeln kann somit innerhalb der vorgegebenen Winkel frei gewählt werden.

30 Das Gaseintrittsgehäuse 21 kann radial innerhalb des Verstellhebels 44 mit separaten Befestigungsmitteln mit dem Trägerring 40 verbunden werden, wie in Fig. 2 angedeutet.

#### 35 Bezugszeichenliste

##### **[0007]**

- 10 Turbinenrad
- 40 11 Laufschaufeln des Turbinenrades
- 20 Gasaustrittsgehäuse der Abgasturbine
- 30 Welle des Abgasturboladers
- 40 Trägerring, Gehäuse der Leitvorrichtung
- 41 Leitschaufeln, verstellbar
- 45 42 Schaft der Leitschaufel
- 43 Verstellring
- 44 Verstellhebel
- 45 Entlastungsring
- 46 Lagerstellen zur Lagerung des Schaftes der Leitschaufel
- 50 50 Befestigungsmittel zur Befestigung des Trägerrings am Turbinengehäuse
- $r_1$  Aussenradius der Leitschaufel-Schäfte
- $r_2$  Innenradius der Befestigungsmittel zur Befestigung des Trägerrings am Turbinengehäuse
- 55 A Achse der Welle des Abgasturboladers
- B Achse des Schaftes der Leitschaufel

**Patentansprüche**

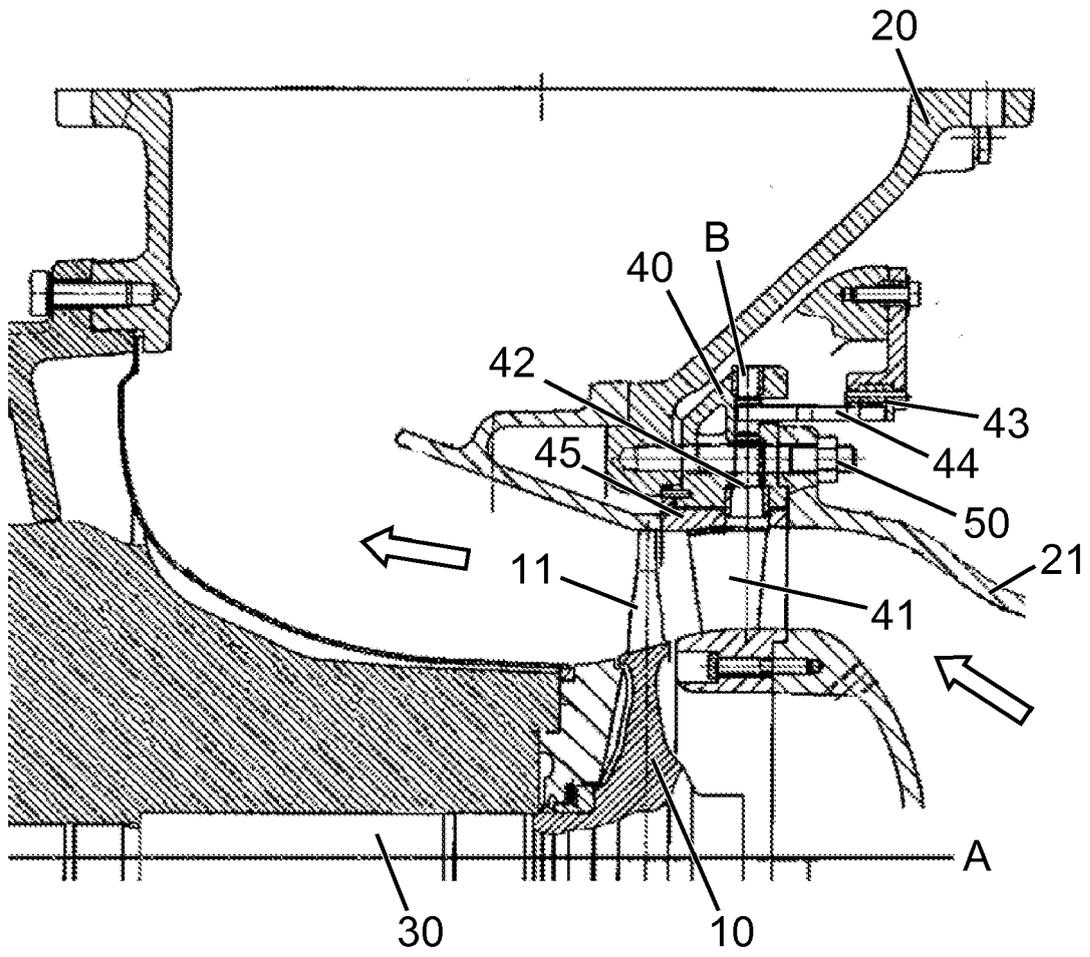
1. Befestigungsvorrichtung zur Befestigung einer Leitvorrichtung an einem Gehäuse (20), umfassend einen Trägerring (40) der Leitvorrichtung, wobei der Trägerring (40) Lagerstellen (46) zur Aufnahme von Leitschaufel-Schäften (42) und Befestigungsmittel (50) zum Befestigen des Trägerrings (40) an dem Gehäuse (20) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerstellen (46) zur Aufnahme der Leitschaufel-Schäfte (42) radial innerhalb eines ersten Radius ( $r_1$ ) angeordnet sind und die Befestigungsmittel (50) radial ausserhalb eines zweiten Radius ( $r_2$ ) angeordnet sind, und dass der Radius ( $r_1$ ) kleiner ist als der zweite Radius ( $r_2$ ).  
5  
10  
15
2. Strömungsmaschine, umfassend ein Gehäuse (20) sowie eine Befestigungsvorrichtung nach Anspruch 1 mit einer ringförmig ausgebildeten Leitvorrichtung mit drehbaren Leitschaufeln (40), welche entlang dem Umfang der Leitvorrichtung verteilt angeordnet und je mit einem radial verlaufenden Schaft (42) in dem Trägerring (40) der Leitvorrichtung gelagert sind, wobei die Schäfte (42) der Leitschaufeln innerhalb des ersten Radius ( $r_1$ ) angeordnet sind.  
20  
25
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, wobei die Leitschaufeln (40) entlang dem Umfang der Leitvorrichtung ungleichmässig verteilt, das heisst in unterschiedlichen Abständen zueinander, angeordnet sind.  
30
4. Abgasturbolader, umfassend eine Abgasturbine, welche als Strömungsmaschine gemäss Anspruch 2 oder 3 ausgebildet ist.  
35

40

45

50

55



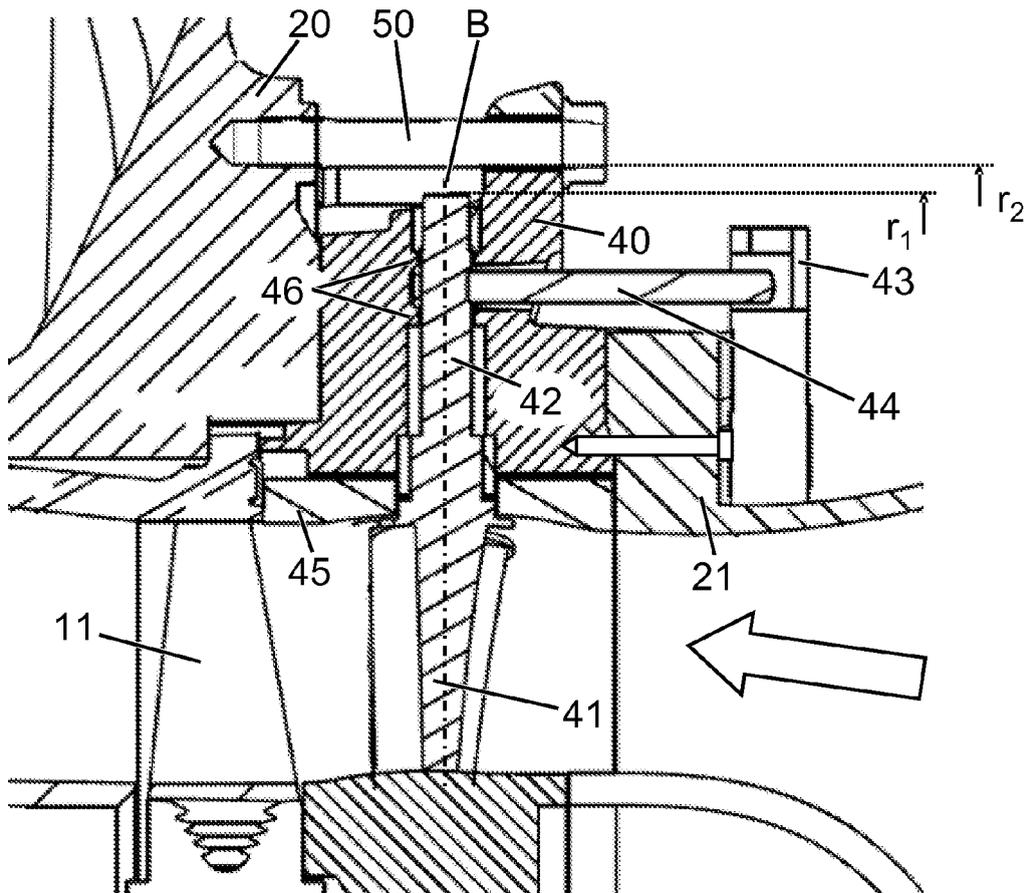


Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 542 484 A (MASON GEORGE W) 24. November 1970 (1970-11-24) * Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 2, Zeile 14; Abbildung 1 *	1,3,4	INV. F01D17/16
A	DE 100 13 335 A1 (ABB TURBO SYSTEMS AG BADEN [CH]) 20. September 2001 (2001-09-20) * Spalte 4, Zeile 30 - Spalte 4, Zeile 49; Abbildung 2 *	1,4	
			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>1. Juli 2008</b>	Prüfer <b>Rau, Guido</b>
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 anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 08 15 0265

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.

01-07-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3542484 A	24-11-1970	GB 1223390 A	24-02-1971
-----			
DE 10013335 A1	20-09-2001	AU 3530701 A	24-09-2001
		WO 0169044 A1	20-09-2001
		CN 1429311 A	09-07-2003
		CZ 20023107 A3	17-03-2004
		EP 1264079 A1	11-12-2002
		JP 2003527521 T	16-09-2003
		TW 513516 B	11-12-2002
		US 2003049120 A1	13-03-2003
-----			

EPO FORM P0461

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