

(19)



(11)

**EP 2 840 229 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.02.2015 Patentblatt 2015/09**

(51) Int Cl.:  
**F01D 3/04 (2006.01) F01D 11/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13181439.4**

(22) Anmeldetag: **23.08.2013**

(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 RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

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

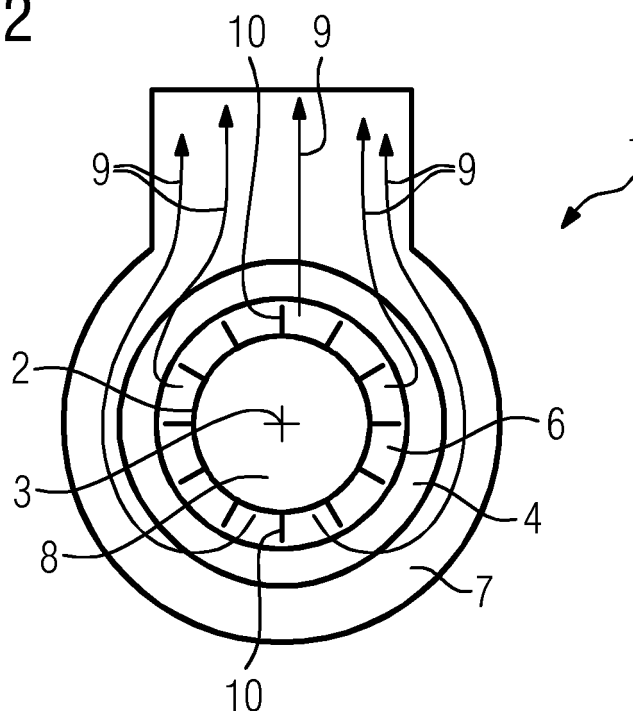
(72) Erfinder:  
• **Hecker, Simon**  
**45657 Recklinghausen (DE)**  
• **Musch, Christian**  
**45259 Essen (DE)**

### (54) Strömungsführung innerhalb einer Dampfturbinendichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine mit einem Schubausgleichskolben (8), wobei in der Labyrinthdichtung (12) zwischen dem Schubausgleichskolben (8) und dem Innengehäuse (4) ein Drallbrecher angeordnet

ist, der zu einer Homogenisierung des Dampfes führt, der in den Dampfraum zwischen Innen- (4) und Außengehäuse (5) führt und somit ein Verkrümmen des Innengehäuses (4) vermeidet.

**FIG 2**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Dampfturbine umfassend ein Außengehäuse, ein Innengehäuse, das innerhalb des Außengehäuses angeordnet ist, einen Rotor, der drehbar gelagert innerhalb des Innengehäuses angeordnet ist, einen Schubausgleichskolben, der integral mit dem Rotor ausgebildet ist, einer Labyrinthdichtung zwischen dem Schubausgleichskolben und dem Innengehäuse.

**[0002]** Moderne Dampfturbinen werden in der Regel mehrschalig ausgeführt und in Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruckteilturbinen eingeteilt. Es gibt Ausführungsformen, in denen die jeweiligen Teilturbinen in separat zueinander ausgebildeten Gehäusen angeordnet sind. Es sind aber auch Ausführungsformen bekannt, bei denen die Hoch- und die Mitteldruckteilturbine in einem Gehäuse angeordnet sind. Es sind aber auch Ausführungsformen bekannt, in denen die Mittel- und die Niederdruckteilturbine in einem eigenen einzelnen Gehäuse angeordnet sind.

**[0003]** Kombinierte Hoch- und Mitteldruckteilturbine können mehrschalig ausgeführt werden. Wesentliche Bauteile sind hierbei der Rotor, das um den Rotor angeordnete Innengehäuse und das um das Innengehäuse angeordnete Außengehäuse. Im Betrieb befindet sich Dampf im Dampfraum zwischen Innen- und Außengehäuse. Der entspannte Dampf aus dem Mitteldruckteil der Teilturbine strömt um das Innengehäuse. Der heiße Dampf sollte hierbei möglichst gleichförmig um das Innengehäuse verteilt sein, um dadurch eine Verkrümmung in Folge unterschiedlicher thermischer Spannungen zu vermeiden.

**[0004]** Sofern die Laufbeschaufelung der Hoch- und Mitteldruckturbine einen signifikant hohen Axialschub auf den Rotor erzeugt, muss zum Ausgleich dieses Axialschubs ein Ausgleichskolben verwendet werden. Dieser Ausgleichskolben wird mit heißem Hochdruck-Abdampf, vermischt mit Mitteldruck-Einströmdampf, beströmt. In der Regel weist der Ausgleichskolben einen möglichst geringen Abstand zum Innengehäuse auf. Es sind Dichtungen zwischen dem Ausgleichskolben und dem Innengehäuse vorgesehen. Allerdings ist es nahezu unvermeidbar, dass der heiße Hochdruck-Abdampf, der am Ausgleichskolben strömt, zwischen dem Ausgleichskolben und dem Innengehäuse in den Dampfraum zwischen Innengehäuse und Außengehäuse strömt und mit dem Mitteldruckabdampf vermischt wird. Das bedeutet, dass ein heißer Leckagedampf aus der Labyrinthdichtung des Ausgleichskolbens austritt und mit dem kühlenden das Innengehäuse umströmenden Mitteldruckabdampf zugeführt wird.

**[0005]** Allerdings erfolgt diese Mischung nicht homogen, was dazu führt, dass unterschiedliche heiße Strahlen sich ausbilden, die das Innengehäuse einseitig aufheizen und verkrümmen können. Dadurch besteht die Gefahr, dass die Beschaufelung, die aus Laufschaufeln besteht, mit stationären Teilen wie z.B. dem Innenge-

häuse in Berührung kommen könnte. Es ist ebenso durchaus denkbar, dass Radialspleie erweitert werden. Allerdings wird der Wirkungsgrad der Dampfturbine dadurch herabgesetzt.

**[0006]** Um diesen Effekt zu berücksichtigen besteht eine Lösung darin, die Radialspleie zu vergrößern, um auf jeden Fall ein Anstreifen zu vermeiden.

**[0007]** Allerdings führt dies jedoch zu einer Verminderung des Wirkungsgrades.

**[0008]** An dieser Stelle setzt die Erfindung an. Es ist Aufgabe der Erfindung, eine homogenere Temperaturverteilung innerhalb der Dampfturbine zu erreichen.

**[0009]** Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Strömungsmaschine, insbesondere Dampfturbine, umfassend ein Außengehäuse, ein Innengehäuse, das innerhalb des Außengehäuses angeordnet ist, einem Rotor, der drehbar gelagert innerhalb des Innengehäuses angeordnet ist, einen Schubausgleichskolben, der integral mit dem Rotor ausgebildet ist, einer Labyrinthdichtung zwischen dem Schubausgleichskolben und dem Innengehäuse, wobei Mittel in der Labyrinthdichtung angeordnet sind, die zum Ablenken eines in der Labyrinthdichtung befindlichen Dampfes ausgebildet sind.

**[0010]** Es wurde erkannt, dass der aus der Labyrinthdichtung austretende Dampf einen Drall aufweist. Dieser Drall verhindert eine homogene Verteilung des Dampfes im Innengehäuse. Heiße Strahlen an einer Seite des Innengehäuses können akkumulieren. Dies führt zu einer Verkrümmung in Folge von unterschiedlicher Temperaturverteilung. Erfindungsgemäß werden nun Mittel in Form von Drallbrechern am Ende der Labyrinthdichtung angeordnet. Dadurch wird der Drall der Labyrinthströmung vermieden und eine symmetrische Umströmung des Innengehäuses mit Dampf erzielt.

**[0011]** Mit der erfindungsgemäßen Maßnahme ist es somit nicht erforderlich einen zusätzlichen Radialspleisicherheitszuschlag zu berücksichtigen. Dadurch erhöht sich der Turbinenwirkungsgrad. Durch die homogene Temperaturverteilung kann der Verlauf der Strahlen durch den Dampfraum genauer gesteuert und damit die Betriebssicherheit der Anlage gesteigert werden.

**[0012]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0013]** In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung ist der Rotor entlang einer Rotationsachse ausgerichtet und die Mittel derart ausgebildet, dass die Ablenkung des Dampfes im Wesentlichen in Richtung der Rotationsachse erfolgt. Das bedeutet, dass die Mittel als Leitapparat ausgebildet sein können, die eine Ablenkung des Leckagedampfes zwischen Ausgleichskolben und Innengehäuse in die Richtung der Rotationsachse führen. Somit wird der Drall gänzlich vermieden, der zu störenden unterschiedlichen Strahlen und unterschiedlichen Temperaturverteilungen führt.

**[0014]** Vorteilhafterweise werden die Mittel im Innengehäuse eingegossen. Alternativ können die Mittel auch am Innengehäuse angeschraubt werden. Somit lassen sich die Mittel schneller ein- und ausbauen.

**[0015]** Vorteilhafterweise könnten in einer alternativen Ausführungsform die Mittel in einem Segment angeordnet werden, wobei das Segment über Federelemente mit dem Innengehäuse verbunden ist. Durch die federnde Anordnung des Segmentes, lässt sich der Spalt zwischen dem Mittel- und dem Ausgleichskolben optimieren.

**[0016]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen in schematischer Weise ein Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0017]** Es zeigen:

Figur 1 eine Seitenansicht einer Strömungsmaschine gemäß dem Stand der Technik,

Figur 2 eine Seitenansicht einer Strömungsmaschine gemäß der Erfindung,

Figur 3 ein Detail der erfindungsgemäßen Anordnung.

**[0018]** Die Figur 1 zeigt eine Strömungsmaschine 1 in einer Seitenansicht. Die Strömungsmaschine kann hierbei eine Dampfturbine sein. Die Erfindung ist anwendbar für Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruck-Teilturbinen.

**[0019]** Im Wesentlichen umfasst die Strömungsmaschine 1 einen drehbar gelagerten Rotor 2, der um eine Rotationsachse 3 rotieren kann. Der Rotor 2 umfasst nicht näher dargestellte Leitschaufeln. Um den Rotor 2 ist ein Innengehäuse 4 angeordnet. Das Innengehäuse 4 umfasst nicht näher dargestellte Leitschaufeln. Zwischen dem Rotor 2 und dem Innengehäuse 4 ist ein Strömungskanal 6 ausgebildet, der durch die profilierte Ausgestaltung der Leit- und Laufschaufeln zu einer Umwandlung der thermischen Energie eines Dampfes in Rotationsenergie des Rotors 2 führt. Um das Innengehäuse 4 ist ein Außengehäuse 5 angeordnet.

**[0020]** Über einen nicht näher dargestellten Einströmstutzen strömt Frischdampf in die Dampfturbine 1 und wird im Strömungskanal 6 entspannt. Der entspannte Dampf strömt anschließend in einen Dampfraum 7, der zwischen dem Innengehäuse 4 und dem Außengehäuse 5 angeordnet ist. Wie im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1, das den Stand der Technik zeigt, strömt der Dampf zwischen einem Schubausgleichskolben 8 des Rotors 2 in den Dampfraum 7. Der Dampf bildet dabei sogenannte Schlieren 9, die einen mehr oder weniger unsymmetrischen Strömungsverlauf zeigen. In der Figur 1 sind exemplarisch drei Strähnen 9 dargestellt. Die Strähnen 9 umfassen hierbei einen heißen Dampf, der eine unterschiedliche Verteilung zeigt, die zu einer einseitigen Erwärmung des Innengehäuses 4 führen kann, was in der Figur 1 durch die asymmetrische elliptische Querschnittsansicht des Innengehäuses 4 dargestellt wird. Der Abstand zwischen dem Schubausgleichskolben 8 und dem Innengehäuse 4 links der Rotationsachse 3 ist geringer

als der Abstand zwischen dem Schubausgleichskolben 8 und dem Innengehäuse 4 rechts der Rotationsachse 3.

**[0021]** Die Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Ausgestaltung der Strömungsmaschine. Wesentliches Merkmal ist, dass die Labyrinthdichtung 12 zwischen dem Schubausgleichskolben 8 und dem Innengehäuse 4 Mittel 10 aufweist, die zum Ablenken eines in der Labyrinthdichtung 12 befindlichen Dampfes ausgebildet ist.

**[0022]** Die Mittel 10 sind hierbei in Richtung der Rotationsachse 3 ausgebildet und führen dazu, dass ein Drall vermieden wird. In der Figur 2 sind lediglich zwei Mittel 10 mit dem Bezugszeichen 10 versehen.

**[0023]** Somit wirken die Mittel 10 als sogenannte Drallbrecher, die zu einer Homogenisierung der Vertiefung der Strähnen 9 führen. Zu sehen ist dies deutlich in der Figur 2. Es sind fünf Strähnen 9 eingezeichnet, die nahezu symmetrisch zur Rotationsachse 3 aus der Labyrinthdichtung 12 ausströmen und das Innengehäuse 4 gleichmäßig erwärmen. Jedenfalls wird keine einseitige Erwärmung des Innengehäuses 4 zu einer Verkrümmung führen, so dass die Radialspeile geringer sind als die Ausführungsform gemäß Figur 1.

**[0024]** Die Figur 3 zeigt ein Detail der Labyrinthdichtung 12 mit den Mitteln 10, die als Drallbrecher ausgeführt sind. Der Schubausgleichskolben 8 umfasst auf seiner Schubausgleichskolbenoberfläche 11 eine Labyrinthdichtung 12, die durch Strömungshindernisse 13 sowohl auf dem Schubausgleichskolben 8 als auch auf einer Innengehäuseoberfläche 14 angeordnet ist.

**[0025]** Das Mittel 10 kann hierbei als ein Blech ausgeführt werden, das im Wesentlichen in Rotationsachsenrichtung ausgerichtet ist. Das Mittel 10 kann hierbei im Innengehäuse 4 angeordnet werden. In alternativen Ausführungsformen kann das Mittel 10 in einem nicht näher dargestellten Segment angeordnet werden, wobei das Segment über nicht näher dargestellte Federelemente mit dem Innengehäuse 4 verbunden ist.

## Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (1), insbesondere Dampfturbine umfassend ein Außengehäuse (5), ein Innengehäuse (4), das innerhalb des Außengehäuses (5) angeordnet ist, einen Rotor (2), der drehbar gelagert innerhalb des Innengehäuses (4) angeordnet ist, einen Schubausgleichskolben (8), der integral mit dem Rotor (2) ausgebildet ist, einer Labyrinthdichtung (12) zwischen dem Schubausgleichskolben (8) und dem Innengehäuse (4), **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (10) in der Labyrinthdichtung (12) angeordnet sind, die zum Ablenken eines in der Labyrinthdichtung (12) befindlichen Dampfes ausgebildet sind.
2. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 1, wobei der Rotor (2) entlang einer Rotationsachse (3) ausgerichtet ist und die Mittel (10) derart ausgebildet

sind, dass die Ablenkung des Dampfes im Wesentlichen in Richtung der Rotationsachse (3) erfolgt.

3. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Mittel (10) im Innengehäuse (4) eingegossen sind. 5
4. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Mittel (10) in einem Segment angeordnet sind. 10
5. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 4, wobei das Segment über Federelemente mit dem Innengehäuse (4) verbunden ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

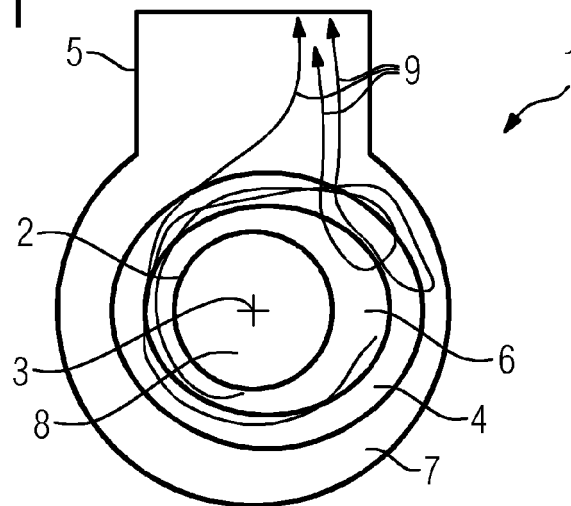


FIG 2

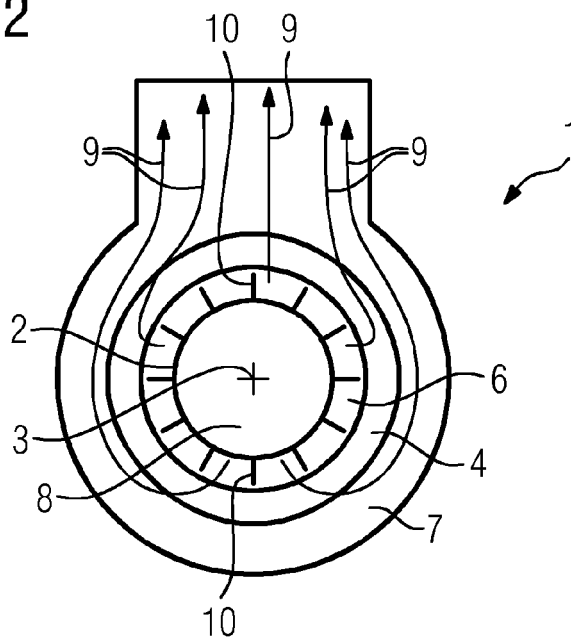
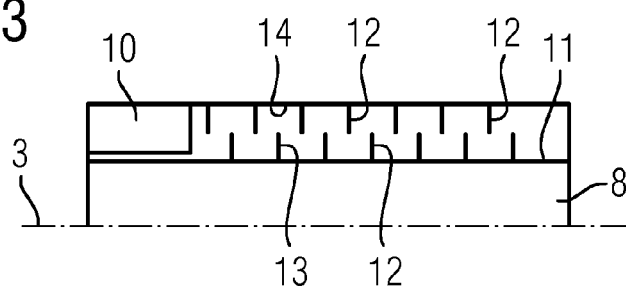


FIG 3





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 13 18 1439

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                         | Betrifft Anspruch                              | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 2 154 332 A1 (SIEMENS AG [DE])<br>17. Februar 2010 (2010-02-17)                                                                          | 1,3,4                                          | INV.<br>F01D3/04<br>F01D11/02           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | * Spalte 4, Absatz 21; Abbildung 2 *                                                                                                        | 5                                              |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 2 299 062 A1 (SIEMENS AG [DE])<br>23. März 2011 (2011-03-23)<br>* Spalte 5, Absatz 26 - Spalte 6, Absatz 29; Abbildungen 4,5 *           | 1,4                                            |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 2 249 066 A1 (SIEMENS AG [DE])<br>10. November 2010 (2010-11-10)<br>* Seite 4, Absatz 20 - Seite 6, Absatz 26; Abbildungen 4,6 *         | 1,4                                            |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | GB 1 505 534 A (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG [DE]) 30. März 1978 (1978-03-30)<br>* Seite 3, Zeile 60 - Seite 3, Zeile 99; Abbildungen 3-6 * | 1,2                                            |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 7 971 882 B1 (LIANG GEORGE [US])<br>5. Juli 2011 (2011-07-05)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 *                                    | 1                                              |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 94/16250 A1 (IMO IND INC [US])<br>21. Juli 1994 (1994-07-21)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *                                     | 5                                              | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>F01D |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                             |                                                |                                         |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                             | Abschlußdatum der Recherche<br>23. Januar 2014 | Prüfer<br>Rau, Guido                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>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<br>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<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                             |                                                |                                         |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 18 1439

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.

23-01-2014

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 2154332 A1                                       | 17-02-2010                    | AT 539233 T                       | 15-01-2012                    |
|                                                     |                               | CN 102132008 A                    | 20-07-2011                    |
|                                                     |                               | EP 2154332 A1                     | 17-02-2010                    |
|                                                     |                               | EP 2310633 A1                     | 20-04-2011                    |
|                                                     |                               | JP 5221760 B2                     | 26-06-2013                    |
|                                                     |                               | JP 2011530670 A                   | 22-12-2011                    |
|                                                     |                               | WO 2010018021 A1                  | 18-02-2010                    |
| EP 2299062 A1                                       | 23-03-2011                    | CN 102498265 A                    | 13-06-2012                    |
|                                                     |                               | EP 2299062 A1                     | 23-03-2011                    |
|                                                     |                               | EP 2478188 A1                     | 25-07-2012                    |
|                                                     |                               | WO 2011033065 A1                  | 24-03-2011                    |
| EP 2249066 A1                                       | 10-11-2010                    | CN 102414490 A                    | 11-04-2012                    |
|                                                     |                               | EP 2249066 A1                     | 10-11-2010                    |
|                                                     |                               | EP 2427676 A1                     | 14-03-2012                    |
|                                                     |                               | WO 2010127944 A1                  | 11-11-2010                    |
| GB 1505534 A                                        | 30-03-1978                    | AT 391918 B                       | 27-12-1990                    |
|                                                     |                               | CH 589787 A5                      | 15-07-1977                    |
|                                                     |                               | CS 190320 B2                      | 31-05-1979                    |
|                                                     |                               | DD 119847 A5                      | 12-05-1976                    |
|                                                     |                               | DE 2413655 A1                     | 02-10-1975                    |
|                                                     |                               | FR 2264964 A1                     | 17-10-1975                    |
|                                                     |                               | GB 1505534 A                      | 30-03-1978                    |
|                                                     |                               | IN 144140 A1                      | 01-04-1978                    |
|                                                     |                               | JP S5949401 B2                    | 03-12-1984                    |
|                                                     |                               | JP S50128008 A                    | 08-10-1975                    |
|                                                     |                               | NL 7501673 A                      | 23-09-1975                    |
|                                                     |                               | SE 410488 B                       | 15-10-1979                    |
| US 7971882 B1                                       | 05-07-2011                    | KEINE                             |                               |
| WO 9416250 A1                                       | 21-07-1994                    | AT 191964 T                       | 15-05-2000                    |
|                                                     |                               | AU 5985394 A                      | 15-08-1994                    |
|                                                     |                               | CA 2130902 A1                     | 21-07-1994                    |
|                                                     |                               | CN 1090370 A                      | 03-08-1994                    |
|                                                     |                               | DE 69328426 D1                    | 25-05-2000                    |
|                                                     |                               | DE 69328426 T2                    | 25-01-2001                    |
|                                                     |                               | EP 0638153 A1                     | 15-02-1995                    |
|                                                     |                               | JP 3466613 B2                     | 17-11-2003                    |
|                                                     |                               | JP H07504485 A                    | 18-05-1995                    |
|                                                     |                               | US 5395124 A                      | 07-03-1995                    |
|                                                     |                               | WO 9416250 A1                     | 21-07-1994                    |

EPO FORM P0461

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