

(19)



(11)

**EP 2 952 702 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.12.2015 Patentblatt 2015/50**

(51) Int Cl.:  
**F01K 13/02** <sup>(2006.01)</sup> **F01D 25/10** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **14171101.0**

(22) Anmeldetag: **04.06.2014**

(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**

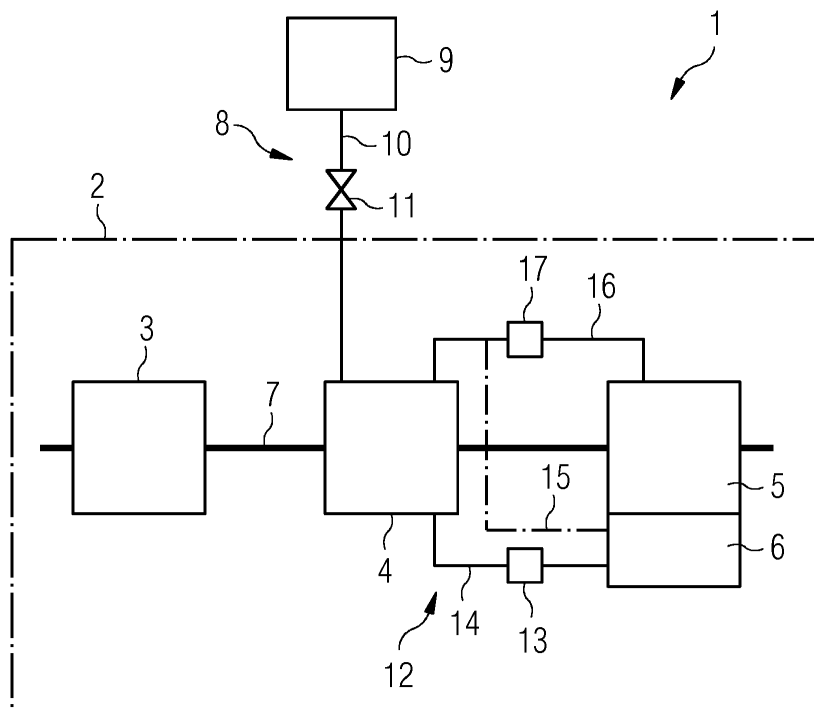
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Hogen, Tobias**  
**45130 Essen (DE)**  
• **Kostenko, Yevgen, Dr.**  
**40878 Ratingen (DE)**  
• **Zahn, Sebastian, Dr.**  
**47051 Duisburg (DE)**  
• **Zander, Uwe**  
**45475 Mülheim an der Ruhr (DE)**

(54) **Verfahren zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine (2), die wenigstens eine auf einem Anfangs- oder Zwischendruckniveau arbeitende Druckstufe (4), wenigstens eine auf einem Enddruckniveau, welches niedriger als das Anfangs- oder Zwischendruckniveau ist, arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe (4) nachgeschaltete Enddruck-

stufe (5) und wenigstens einen der Enddruckstufe (5) nachgeschalteten Kondensator (6) aufweist, wobei ein außerhalb der Dampfturbine (2) erzeugter Dampf in die Druckstufe (4) eingeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Dampf nach Durchströmen der Druckstufe (4) unter Umgehung der Enddruckstufe (5) unmittelbar dem Kondensator (6) zugeführt wird.

**EP 2 952 702 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine, die wenigstens eine auf einem Anfangs- oder Zwischendruckniveau arbeitende Druckstufe, wenigstens eine auf einem Enddruckniveau, welches niedriger als das Anfangs- oder Zwischendruckniveau ist, arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe nachgeschaltete Enddruckstufe und wenigstens einen der Enddruckstufe nachgeschalteten Kondensator aufweist, wobei ein außerhalb der Dampfturbine erzeugter Dampf in die Druckstufe eingeleitet wird.

**[0002]** Des Weiteren betrifft die Erfindung ein System zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine, die wenigstens eine auf einem Anfangs- oder Zwischendruckniveau arbeitende Druckstufe, wenigstens eine auf einem Enddruckniveau, welches niedriger als das Anfangs- oder Zwischendruckniveau ist, arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe nachgeschaltete Enddruckstufe und wenigstens einen der Enddruckstufe nachgeschalteten Kondensator aufweist.

**[0003]** Ferner betrifft die Erfindung ein Kraftwerk, insbesondere Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk oder Dampfkraftwerk, mit wenigstens einer Dampfturbine.

**[0004]** Es ist bekannt, wie beispielsweise DE 607 273 A zeigt, dass Komponenten einer zwei- oder mehrstufigen Dampfturbine vor dem Betrieb der Dampfturbine angewärmt oder in einem Zwischenbetrieb der Dampfturbine warmgehalten werden müssen, um Schäden an der Dampfturbine zu vermeiden. Eine Nutzung von dafür vorgesehenen Anwärmen- bzw. Warmhaltekonzepten ermöglicht kurze Anfahrzeiten einer Dampfturbine umfassenden Kraftwerksanlage, womit enorme Vorteile für Anlagenbauer und Anlagenbetreiber einhergehen.

**[0005]** Das Warmhalten von Komponenten einer Dampfturbine kann durch Zuführung von extern erzeugtem Dampf, beispielsweise Hilfsdampf, Sperrdampf oder dergleichen, zu den Komponenten der Dampfturbine erfolgen. Typische Temperaturen des hierbei verwendeten Dampfs können etwa 250°C bis etwa 300°C betragen. Der Dampf kann beispielsweise in eine Mitteldruckstufe einer mehrstufigen Dampfturbine eingeführt werden, wobei der Dampf in Richtung einer der Mitteldruckstufe nachgeschalteten Niederdruckstufe der Dampfturbine expandieren kann.

**[0006]** Üblicherweise sind die Komponenten einer Niederdruckstufe einer Dampfturbine nicht für Abströmtemperaturen von 300°C ausgelegt. Daher können bei einer Einleitung eines zum Anwärmen bzw. Warmhalten einer Dampfturbine verwendeten Dampfs in die Niederdruckstufe signifikante Einschränkungen für die Komponenten der Niederdruckstufe entstehen, welche die Lebensdauer der Niederdruckstufe wesentlich verkürzen können. Um dies zu vermeiden, können die Komponenten einer Niederdruckstufe während eines Aufwärmens bzw. Warmhaltens einer Dampfturbine, beispielsweise mittels einer Wassereinspritzung (sogenannte Haubenabspritzung) und/oder mittels einer ZweiPhasen-Eindüsung,

gekühlt werden. Dies ist jedoch mit zusätzlichen Kosten für die Kühlung verbunden.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Anwärmen bzw. Warmhalten einer Dampfturbine unter geringeren Kosten zu ermöglichen.

**[0008]** Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine, die wenigstens eine auf einem Anfangs- oder Zwischendruckniveau arbeitende Druckstufe, wenigstens eine auf einem Enddruckniveau, welches niedriger als das Anfangs- oder Zwischendruckniveau ist, arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe nachgeschaltete Enddruckstufe und wenigstens einen der Enddruckstufe nachgeschalteten Kondensator aufweist, wird ein außerhalb der Dampfturbine erzeugter Dampf in die Druckstufe eingeleitet und der Dampf nach Durchströmen der Druckstufe unter Umgehung der Enddruckstufe unmittelbar dem Kondensator zugeführt.

**[0009]** Gemäß der Erfindung wird der in die Dampfturbine bzw. deren Druckstufe eingeleitete Dampf nicht durch die Enddruckstufe geleitet. Hierdurch werden beim Anwärmen bzw. Warmhalten der Dampfturbine Randbedingungen der Komponenten der Enddruckstufe, welche der Auslegung der Niederdruckstufe entsprechen, eingehalten. Da die Komponenten der Enddruckstufe nicht mit dem Dampf bzw. den damit verbundenen hohen Temperaturen beaufschlagt werden, wird die Lebensdauer der Komponenten der Enddruckstufe nicht beeinträchtigt. Zudem muss keine Kühlung der Komponenten der Enddruckstufe erfolgen, wie sie oben beschrieben und herkömmlich erforderlich ist, so dass das Anwärmen bzw. Warmhalten der Dampfturbine unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kostengünstiger erfolgen kann, insbesondere da kein Kühlsystem eingesetzt werden muss. Durch die erfindungsgemäße Umgehung der Enddruckstufe wird die Enddruckstufe während eines Anwärmens bzw. Warmhaltens der Dampfturbine fluidtechnisch von der Druckstufe entkoppelt.

**[0010]** Die Druckstufe kann eine Mitteldruckstufe einer dreistufigen Dampfturbine sein, bei welcher der Dampf unmittelbar in die Mitteldruckstufe der Dampfturbine eingeleitet wird oder bei welcher der Dampf in eine der Mitteldruckstufe vorgeschaltete Hochdruckstufe der Dampfturbine eingeleitet und von dort in die Mitteldruckstufe geleitet wird. Die Enddruckstufe kann hierbei als Niederdruckstufe der Dampfturbine ausgebildet sein. Alternativ kann die Druckstufe eine Hochdruckstufe einer zweistufigen Dampfturbine und die Enddruckstufe eine der Hochdruckstufe nachgeschaltete Niederdruckstufe der Dampfturbine sein.

**[0011]** In dem der Enddruckstufe nachgeschalteten Kondensator kann eine in dem Dampf enthaltene Flüssigkeit kondensiert und einem Flüssigkeitskreislauf zugeführt werden, um erneut zur Erzeugung von Dampf verwendet werden zu können. Alternativ kann die kondensierte Flüssigkeit anderweitig verwendet oder abgeführt werden.

**[0012]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann zum

Anwärmen bzw. Warmhalten einer Dampfturbine eines Dampfkraftwerks oder eines Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerks verwendet werden.

**[0013]** Der Dampf wird bevorzugt nach Durchströmen der Druckstufe aus der Druckstufe mittels Unterdruck abgesaugt. Dies stellt eine einfache und effektive Möglichkeit zur Ableitung des Dampfs aus der Druckstufe dar. Zum Absaugen des Dampfs aus der Druckstufe kann an der Druckstufe ein Absauganschluss angeordnet werden, welcher fluidleitend mit dem Kondensator verbunden ist. Alternativ kann ein Absauganschluss an einer Überstromleitung zwischen der Druckstufe und der Enddruckstufe oder an einer in die Enddruckstufe mündenden Zudampfleitung angeordnet sein. Der Unterdruck kann durch ein geeignetes Mittel erzeugt und eingestellt werden, welches hierzu während des Anwärmens bzw. Warmhaltens der Dampfturbine entsprechend angesteuert bzw. aktiviert wird.

**[0014]** Bevorzugt wird der Dampf mittels wenigstens eines Gebläses aus der Druckstufe abgesaugt. Eine Saugseite des Gebläses ist hierbei der Druckstufe zugewandt, während eine Druckseite des Gebläses dem Kondensator zugewandt ist.

**[0015]** Bevorzugt wird eine in einer Überstromleitung zwischen der Druckstufe und der Enddruckstufe angeordnete Drosselklappe während der Einleitung des Dampfs in die Druckstufe geschlossen. Hierdurch kann verhindert werden, dass der Dampf in die Enddruckstufe gelangt. Zudem wird die Effektivität einer Absaugung des Dampfs aus der Druckstufe erhöht, da beim Absaugen des Dampfs eine Rückströmung von Fluid aus der Enddruckstufe unterbunden wird.

**[0016]** Das erfindungsgemäße System zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine, die wenigstens eine auf einem Anfangsoder Zwischendruckniveau arbeitende Druckstufe, wenigstens eine auf einem Enddruckniveau, welches niedriger als das Anfangs- oder Zwischendruckniveau ist, arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe nachgeschaltete Enddruckstufe und wenigstens einen der Enddruckstufe nachgeschalteten Kondensator aufweist, umfasst:

- wenigstens eine Einrichtung zum Erzeugen eines Dampfs und zum Einleiten des Dampfs in die Druckstufe;
- wenigstens eine Vorrichtung zum Ableiten des Dampfs nach Durchströmen der Druckstufe aus der Druckstufe und zum unmittelbaren Zuführen des aus der Druckstufe abgeleiteten Dampfs unter Umgehung der Enddruckstufe zu dem Kondensator.

**[0017]** Mit dem System sind die oben mit Bezug auf das Verfahren genannten Vorteile und Ausführungsformen entsprechend verbunden. Die Einrichtung kann zum Erzeugen von Hilfsdampf, Sperrdampf oder dergleichen eingerichtet sein.

**[0018]** Die Vorrichtung weist bevorzugt wenigstens ein Mittel zum Absaugen des Dampfs aus der Druckstufe

auf. Das Mittel kann beispielsweise ein Lüfter bzw. Gebläse sein.

**[0019]** Bevorzugt umfasst das System wenigstens eine durch eine in einer Überstromleitung zwischen der Druckstufe und der Enddruckstufe angeordnete Drosselklappe gebildete Absperreinrichtung, die während der Einleitung des Dampfs in die Druckstufe schließbar ist. Das System kann eine elektronische Steuerung zum Ansteuern der Einrichtung, der Vorrichtung und der Absperreinrichtung aufweisen, welche diese Komponenten des Systems wie oben beschrieben steuert.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Kraftwerk, insbesondere Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerk oder Dampfkraftwerk, umfasst wenigstens eine Dampfturbine und wenigstens ein System gemäß einer der vorgenannten Ausgestaltungen oder einer beliebigen Kombination derselben. Mit dem Kraftwerk sind die oben mit Bezug auf das System bzw. das Verfahren genannten Vorteile entsprechend verbunden.

**[0021]** Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems anhand der beigefügten schematischen Zeichnung erläutert.

**[0022]** Es zeigt:

- eine Figur eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels für ein erfindungsgemäßes System.

**[0023]** Die Figur zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels für ein erfindungsgemäßes System 1 zum Anwärmen oder Warmhalten einer dreistufigen Dampfturbine 2, die eine auf einem Anfangsdruckniveau bzw. Hochdruckniveau arbeitende Hochdruckstufe 3, eine auf einem Zwischendruckniveau bzw. Mitteldruckniveau arbeitende Druckstufe 4 bzw. Mitteldruckstufe, eine auf einem Enddruckniveau bzw. Niederdruckniveau arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe 4 nachgeschaltete Enddruckstufe 5 und einen der Enddruckstufe 5 nachgeschalteten Kondensator 6 aufweist. Die Hochdruckstufe 3, die Druckstufe 4 und die Enddruckstufe 5 sind über eine gemeinsame Läuferwelle 7 mechanisch gekoppelt.

**[0024]** Das System 1 umfasst eine Einrichtung 8 zum Erzeugen eines Dampfs und zum Einleiten des Dampfs in die Druckstufe 4 bzw. Mitteldruckstufe. Die Einrichtung 8 weist hierzu eine Dampferzeugungseinheit 9 auf, welche den Dampf als Hauptprodukt oder Nebenprodukt erzeugt. Des Weiteren umfasst die Einrichtung 8 eine in der Druckstufe 4 mündende Zuleitung 10, in der ein elektrisch ansteuerbares Ventil 11 angeordnet ist, welches zur Anwärmung bzw. Warmhaltung der Dampfturbine 2 geöffnet wird.

**[0025]** Das System 1 umfasst des Weiteren eine Vorrichtung 12 zum Ableiten des Dampfs nach Durchströmen der Druckstufe 4 bzw. Mitteldruckstufe aus der Druckstufe 4 und zum unmittelbaren Zuführen des aus der Druckstufe 4 abgeleiteten Dampfs unter Umgehung der Enddruckstufe 5 bzw. Niederdruckstufe zu dem Kon-

densator 6. Zum Ableiten des Dampfs aus der Druckstufe 4 umfasst die Vorrichtung 12 ein Mittel 13 in Form eines Gebläses zum Absaugen des Dampfs aus der Druckstufe 4, welches in einer Absaugleitung 14 der Vorrichtung 12 angeordnet ist. Die Absaugleitung 14 setzt unmittelbar an der Druckstufe 4 an. Alternativ zu der Absaugleitung 14 kann eine strichpunktirt dargestellte Absaugleitung 15 vorhanden sein, welche eine Überstromleitung 16 zwischen der Druckstufe 4 und der Enddruckstufe 5 fluidleitend mit dem Kondensator 6 verbindet. An der Überstromleitung 16 ist eine durch eine Drosselklappe gebildete Absperreinrichtung 17 angeordnet, die während der Einleitung des Dampfs in die Druckstufe 4 geschlossen wird.

**[0026]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch das offenbarte Beispiel eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

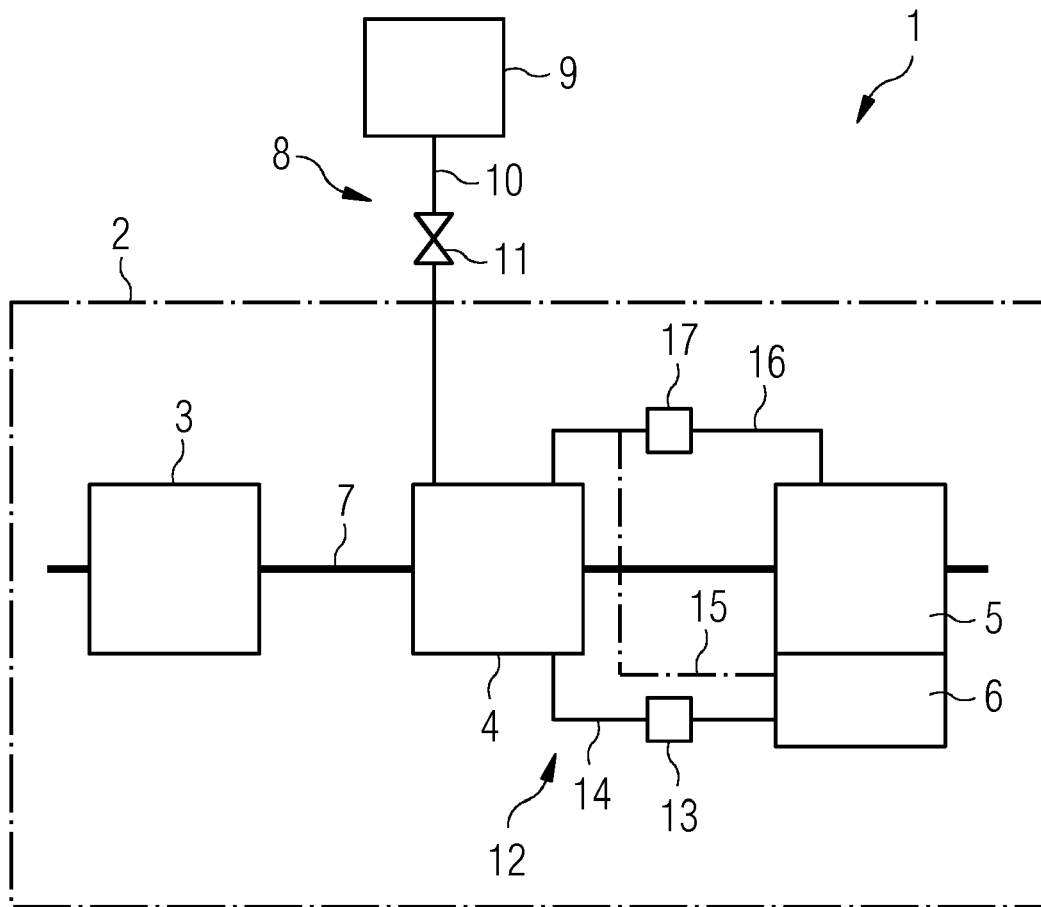
### Patentansprüche

1. Verfahren zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine (2), die wenigstens eine auf einem Anfangs- oder Zwischendruckniveau arbeitende Druckstufe (4), wenigstens eine auf einem Enddruckniveau, welches niedriger als das Anfangs- oder Zwischendruckniveau ist, arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe (4) nachgeschaltete Enddruckstufe (5) und wenigstens einen der Enddruckstufe (5) nachgeschalteten Kondensator (6) aufweist, wobei ein außerhalb der Dampfturbine (2) erzeugter Dampf in die Druckstufe (4) eingeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampf nach Durchströmen der Druckstufe (4) unter Umgehung der Enddruckstufe (5) unmittelbar dem Kondensator (6) zugeführt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der Dampf nach Durchströmen der Druckstufe (4) aus der Druckstufe (4) mittels Unterdruck abgesaugt wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei der Dampf mittels wenigstens eines Gebläses aus der Druckstufe (4) abgesaugt wird.
4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine in einer Überstromleitung (16) zwischen der Druckstufe (4) und der Enddruckstufe (5) angeordnete Drosselklappe während der Einleitung des Dampfs in die Druckstufe (4) geschlossen wird.
5. System (1) zum Anwärmen oder Warmhalten einer Dampfturbine (2), die wenigstens eine auf einem Anfangs- oder Zwischendruckniveau arbeitende

Druckstufe (4), wenigstens eine auf einem Enddruckniveau, welches niedriger als das Anfangs- oder Zwischendruckniveau ist, arbeitende, fluidtechnisch der Druckstufe (4) nachgeschaltete Enddruckstufe (5) und wenigstens einen der Enddruckstufe (5) nachgeschalteten Kondensator (6) aufweist, umfassend:

- wenigstens eine Einrichtung (8) zum Erzeugen eines Dampfs und zum Einleiten des Dampfs in die Druckstufe (4);
- wenigstens eine Vorrichtung (12) zum Ableiten des Dampfs nach Durchströmen der Druckstufe (4) aus der Druckstufe (4) und zum unmittelbaren Zuführen des aus der Druckstufe (4) abgeleiteten Dampfs unter Umgehung der Enddruckstufe (5) zu dem Kondensator (6).

6. System (1) gemäß Anspruch 5, wobei die Vorrichtung (12) wenigstens ein Mittel (13) zum Absaugen des Dampfs aus der Druckstufe (4) aufweist.
7. System (1) gemäß Anspruch 5 oder 6, aufweisend wenigstens eine durch eine in einer Überstromleitung (16) zwischen der Druckstufe (4) und der Enddruckstufe (5) angeordnete Drosselklappe gebildete Absperreinrichtung (17), die während der Einleitung des Dampfs in die Druckstufe (4) schließbar ist.
8. Kraftwerk, insbesondere Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk oder Dampfkraftwerk, mit wenigstens einer Dampfturbine (2), aufweisend wenigstens ein System (1) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7.





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 14 17 1101

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 405 537 B1 (WADA NORIHISA [JP] ET AL) 18. Juni 2002 (2002-06-18)	1,5,8	INV. F01K13/02
A	* Spalte 4, Zeile 26 - Spalte 15, Zeile 18; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	2-4,6,7	F01D25/10
A	----- EP 1 191 192 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27. März 2002 (2002-03-27) * Absatz [0024] - Absatz [0029]; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-8	
A	----- DE 10 2010 042405 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. April 2012 (2012-04-19) * Absatz [0015] - Absatz [0030]; Ansprüche; Abbildung 2 * * Zusammenfassung *	1-8	
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01K F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>12. Februar 2015</b>	Prüfer <b>Zerf, Georges</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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 14 17 1101

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.

12-02-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6405537 B1	18-06-2002	KEINE	
EP 1191192 A1	27-03-2002	EP 1191192 A1	27-03-2002
		EP 1320663 A1	25-06-2003
		TW 513515 B	11-12-2002
		US 2004013511 A1	22-01-2004
		WO 0227153 A1	04-04-2002
DE 102010042405 A1	19-04-2012	CN 103270252 A	28-08-2013
		DE 102010042405 A1	19-04-2012
		US 2013283790 A1	31-10-2013
		WO 2012048958 A2	19-04-2012

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 607273 A [0004]