



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 447 257 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.02.2019 Patentblatt 2019/09

(51) Int Cl.:
F01K 13/02 (2006.01) **F01K 23/10** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 17187068.6

(22) Anmeldetag: 21.08.2017

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

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

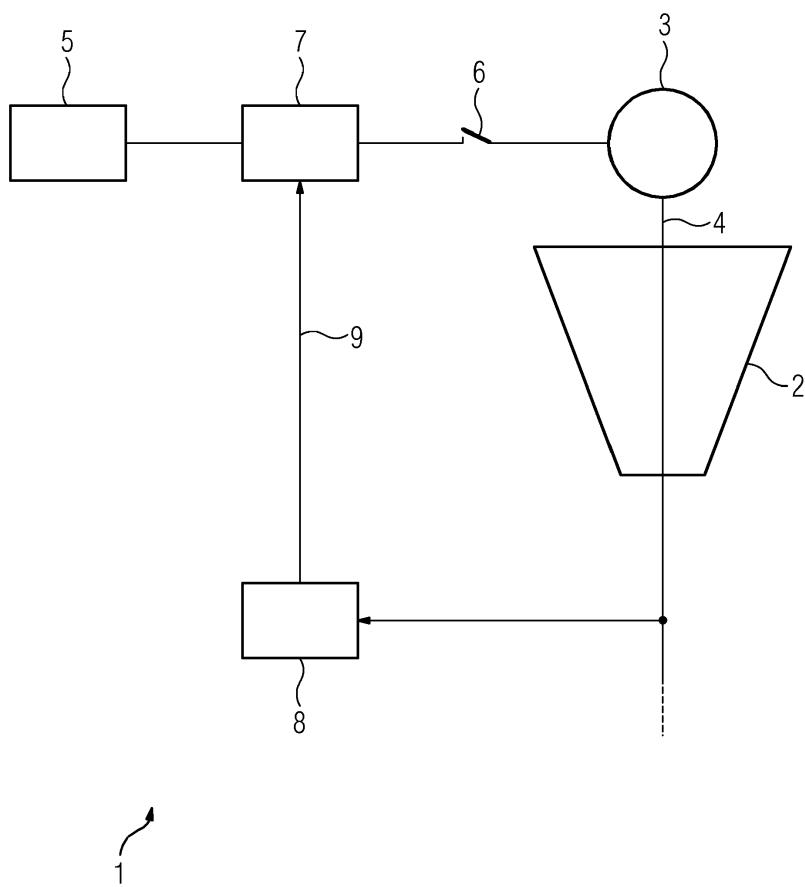
(72) Erfinder:

- **Heue, Matthias
44879 Bochum (DE)**
- **Temiz, Fatih
50827 Köln (DE)**
- **Veltmann, David
45128 Essen (DE)**

(54) VERFAHREN ZUM BESCHLEUNIGEN EINER DAMPFTURBINE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschleunigen einer Dampfturbine (2), wobei die Dampfturbine (2) mit einem Generator (3) gekoppelt wird und der Generator (3) als Motor betrieben wird und die Dampfturbine (2) während des Anfahrvorgangs be-

schleunigt, wobei die Beschleunigung in einer frühen Phase erfolgt, so dass die Dampfturbine (2) zunächst ohne Dampfzufuhr nur durch den als Motor betriebenen Generator (3) beschleunigt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschleunigen einer Dampfturbine, wobei die Dampfturbine mit einem Generator drehmomenttechnisch gekoppelt wird, wobei der Generator als Motor betrieben wird und ein Spannungserzeugungssystem den Generator mit elektrischer Energie versorgt.

[0002] In modernen Dampfkraftwerksanlagen werden Dampfturbinen eingesetzt. In sogenannten Gas- und Dampfturbinenkraftwerken werden neben den Dampfturbinen auch Gasturbinen eingesetzt. In einem solchen Gas- und Dampfturbinenkraftwerk wird die thermische Energie des heißen Abgases der Gasturbine dazu verwendet, Dampf für den Betrieb der Dampfturbine zu erzeugen.

[0003] In reinen Dampfkraftwerkanlagen wird die thermische Energie aus einem Energieträger dazu verwendet Dampf zu erzeugen, der zum Betrieb der Dampfturbine benötigt wird.

[0004] Die in den Dampfkraftwerken oder Gas- und Dampfturbinenkraftwerken eingesetzten Dampfturbinen weisen vergleichsweise hohe Massen auf. Daher ist die Erwärmung der vorzugsweise aus Stahl gefertigten vergleichsweise großen Bauteile der Dampfturbine ein wesentlicher Faktor. Die Erwärmung darf nicht zu schnell erfolgen, da dies zu negativen Folgen der Materialeigenschaften führen kann. Neben dem Dauerbetrieb, bei dem eine Dampfturbine mit 50hz bzw. 60hz betrieben wird, ist das Anfahren einer Dampfturbine ein wesentlicher Faktor beim Betrieb eines Dampfkraftwerkes bzw. eines Gas- und Dampfturbinenkraftwerkes. Das Anfahren einer Dampfturbine stellt eine Herausforderung dar und wird derzeit dadurch erreicht, indem ein Dampf aus dem Dampferzeuger dazu benutzt wird, den Rotor einer Dampfturbine in Drehung zu versetzen. Allerdings wird hier nur ein kleiner Teil des erzeugten Dampfes verwendet.

[0005] Der restliche Dampf, der nicht in die während des Anfahrens betriebene Dampfturbine strömt, wird über eine Umleitstation direkt in den Kondensator geleitet. Für das Anfahren der Dampfturbine ist eine Mindestdampfmenge erforderlich.

[0006] Hier möchte die Erfindung Abhilfe schaffen und ein Verfahren anbieten, mit dem das Anfahren bzw. Beschleunigen der Dampfturbine verbessert wird.

[0007] Gelöst wird dies durch ein Verfahren zum Beschleunigen einer Dampfturbine, wobei die Dampfturbine mit einem Generator drehmomenttechnisch gekoppelt wird, wobei der Generator als Motor betrieben wird und ein Spannungserzeugungssystem den Generator mit elektrischer Energie versorgt, wobei die Dampfturbine ohne Dampfzufuhr durch den als Motor betriebenen Generator beschleunigt wird.

[0008] Mit der Erfindung wird demnach vorgeschlagen, den in einem Dampfkraftwerk oder Gas- und Dampfturbinenkraftwerk vorhandenen Generator, der zur Erzeugung von elektrischer Energie eingesetzt wird, als

Motor zu betreiben. Dieser als Motor betriebene Generator erzeugt ein Drehmoment auf den Rotor der Dampfturbine, so dass dieser Rotor beschleunigt wird. Dadurch erfolgt ein zügiges Anfahren der Dampfturbine. Mit der Erfindung wird also vorgeschlagen, die Dampfturbine gleichzeitig mit der Gasturbine oder sogar vor der Gasturbine zu beschleunigen, wenn die Dampfturbine in einem Gas- und Dampfkraftwerk eingesetzt wird. Diese Beschleunigung bzw. das Anfahren erfolgt ohne eine Zufuhr von Dampf.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung wird die Dampfturbine so lange beschleunigt, bis ein Dampf mit ausreichender Qualität zur Verfügung steht und die Dampfturbine mit Dampf versorgt.

[0011] Dadurch wird die Anfahrzeit noch weiter verkürzt. Naturgemäß wird eine gewisse Zeit benötigt, um einen Dampf mit ausreichender Qualität zu erzeugen.

[0012] Die Dampfturbine muss während dieser Zeit nicht stillstehen, sondern kann erfindungsgemäß über den als Motor betriebenen Generator beschleunigt werden. Sobald der Dampf die ausreichende Qualität aufweist, wird der Dampf der Dampfturbine zugeführt, wobei hier dann der Vorteil entsteht, dass die Dampfturbine bereits bestimmte Drehzahlen, vorzugsweise die Nenndrehzahl von 50hz bzw. 60hz aufweist.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird der Dampf mit ausreichender Qualität zunächst durch die Mitteldruck- und/oder Niederdruck-Teilturbine geführt. Erst wenn der Dampf auch die ausreichende Qualität aufweist, wird dieser durch die Hochdruck-Teilturbine geführt.

[0014] Durch diese Maßnahme ist es möglich, die Anfahrzeit zu verkürzen.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird die Hochdruck-Teilturbine dann mit Dampf versorgt, wenn der Dampf in ausreichender Menge verfügbar ist.

[0016] Durch diese Maßnahme ist es möglich die Ventilationsleistung zu verringern.

[0017] In einer alternativen vorteilhaften Weiterbildung wird als Spannungserzeugungssystem ein elektrisches Versorgungsnetz verwendet.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird ein Frequenzumrichter eingesetzt, der zwischen dem Spannungserzeugungssystem und dem Generator angeordnet wird. Vorteilhafterweise wird die Dampfturbine in einem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk eingesetzt und gleichzeitig mit der Gasturbine beschleunigt.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung, die als Alternative zu betrachten ist, wird die Dampfturbine in einem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk eingesetzt und vor der Gasturbine beschleunigt.

[0020] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Wei-

se, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

[0021] Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterungen dientlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt.

[0023] Im Hinblick auf Ergänzungen der in der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren, wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

[0024] Es zeigt die Figur eine Darstellung eines Teils einer Anlage.

[0025] Die Figur zeigt ein Teil einer Anlage 1. Diese Anlage 1 kann Teil einer Dampfkraftanlage oder einer Gas- und Dampfturbinenanlage sein. Die Anlage 1 umfasst eine Dampfturbine 2. Die Darstellung der Dampfturbine 2 ist in der Figur als schematisch zu betrachten. In der Regel wird die Dampfturbine 2 in mehreren Teil-turbinen ausgebildet, wie beispielsweise eine Hochdruck-Teilturbine, Mitteldruck-Teilturbine und Niederdruck-Teilturbine. Die Mitteldruck-Teilturbine zeichnet sich dadurch aus, dass diese mit einem Dampf versorgt wird, der aus der Hochdruck-Teilturbine ausströmt und in einem Zwischenüberhitzer auf eine höhere Temperatur gebracht wurde.

[0026] Die Dampfturbine 2 umfasst im Wesentlichen einen mit Laufschaufeln ausgebildeten Rotor, der im Nennbetrieb mit beispielsweise 50hz oder 60hz dreht. Die thermische Energie des Dampfes wird hierbei in Rotationsenergie des Rotors umgewandelt. Die Rotationsenergie des Rotors wird dazu verwendet, einen Generatorrotor (nicht dargestellt) eines Generators 3 anzutreiben. Der Generator 3 ist eine elektrodynamische Maschine, die als Generator, also zur Erzeugung von elektrischer Energie oder als Motor, also zur Erzeugung mechanischer Energie betrieben werden kann. Der Generator 3 ist über eine gemeinsame Welle 4 mit der Dampfturbine 2 drehmomenttechnisch gekoppelt.

[0027] In dem in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein Spannungserzeugungssystem 5 dazu verwendet, den Generator 3 mit elektrischer Energie zu versorgen, wobei der Generator 3 als Motor betrieben wird und den Rotor der Dampfturbine 2 antreibt bzw. beschleunigt. Das Antreiben des Rotors der Dampfturbine 2 über den als Motor betriebenen Generator 3 erfolgt hierbei zu solch einem frühen Stadium, dass die Dampfturbine 2 ohne Dampfzufuhr aus dem Dampferzeuger (nicht dargestellt) erfolgt. Der Rotor der Dampfturbine 2 wird hierbei aus dem Stillstand so lange beschleunigt, bis ein Dampf mit ausreichender Qualität aus dem Dampferzeuger zur Verfügung steht und die Dampfturbine 2 dann mit Dampf versorgt. Sobald die Dampfver-

sorgung der Dampfturbine 2 derart ist, dass die thermische Energie des Dampfes ausreicht, um die Dampfturbine 2 anzutreiben, wird ein Schalter 6 geöffnet, wodurch die elektrische Versorgung des Generators 3 unterbrochen wird. Der Generator 3 wird dann nicht mehr als Motor betrieben, sondern als Generator 3 zum Erzeugen von elektrischer Energie. Als Spannungserzeugungssystem 5 wird ein Batterie- oder ein Akkusystem verwendet. In alternativen Ausführungsformen kann als Spannungserzeugungssystem 5 ein elektrisches Versorgungsnetz verwendet werden.

[0028] Im Falle einer Batterie oder eines Akkusystems als Spannungserzeugungssystem 5 wird ein Frequenzumrichter 7 zwischen dem Spannungserzeugungssystem 5 und dem Schalter 6 angeordnet. Mit dem Frequenzumrichter 7 wird eine geeignete Frequenz der Spannung erzeugt, die für den Betrieb des als Motor betriebenen Generators 3 benötigt wird.

[0029] Zur optimalen Beschleunigung der Dampfturbine 2 ist es erforderlich eine Regelung einzuführen, bei der die Drehzahl des Rotors der Dampfturbine 2 berücksichtigt wird. Daher sind an dem Rotor der Dampfturbine 2 Sensoren angebracht, die die Drehzahl ermitteln und zu einem Drehzahlregler 8 als Eingangsgröße einfließen. Der Drehzahlregler 8 verarbeitet die Informationen aus den Sensoren und liefert ein Ausgangssignal 9 an den Frequenzumrichter 7, der dann die passende Frequenz der Spannung für den als Motor betriebenen Generator 3 als Ausgangssignal bereitstellt.

[0030] Solange der Dampf im Dampferzeuger nicht die ausreichende Qualität aufweist, das bedeutet, dass der Dampf beispielsweise nicht den geeigneten PH-Wert oder Feuchtigkeit aufweist, wird der Dampf zunächst durch die Mitteldruck- und/oder Niederdruck-Teilturbine geführt. Erst wenn der Dampf die ausreichende Qualität aufweist, wird dieser auch durch die Hochdruck-Niederdruck-Teilturbine geführt.

[0031] Die Anlage wird des Weiteren dadurch betrieben, dass solange im Dampferzeuger der Dampf nicht in der ausreichenden Menge erzeugt wird, die Hochdruck-Teilturbine nicht mit Dampf versorgt wird, sondern zunächst die Mitteldruck- bzw. Niederdruckteilturbine. Erst wenn der Dampf in ausreichender Menge verfügbar ist, wird die Hochdruck-Teilturbine mit Dampf versorgt.

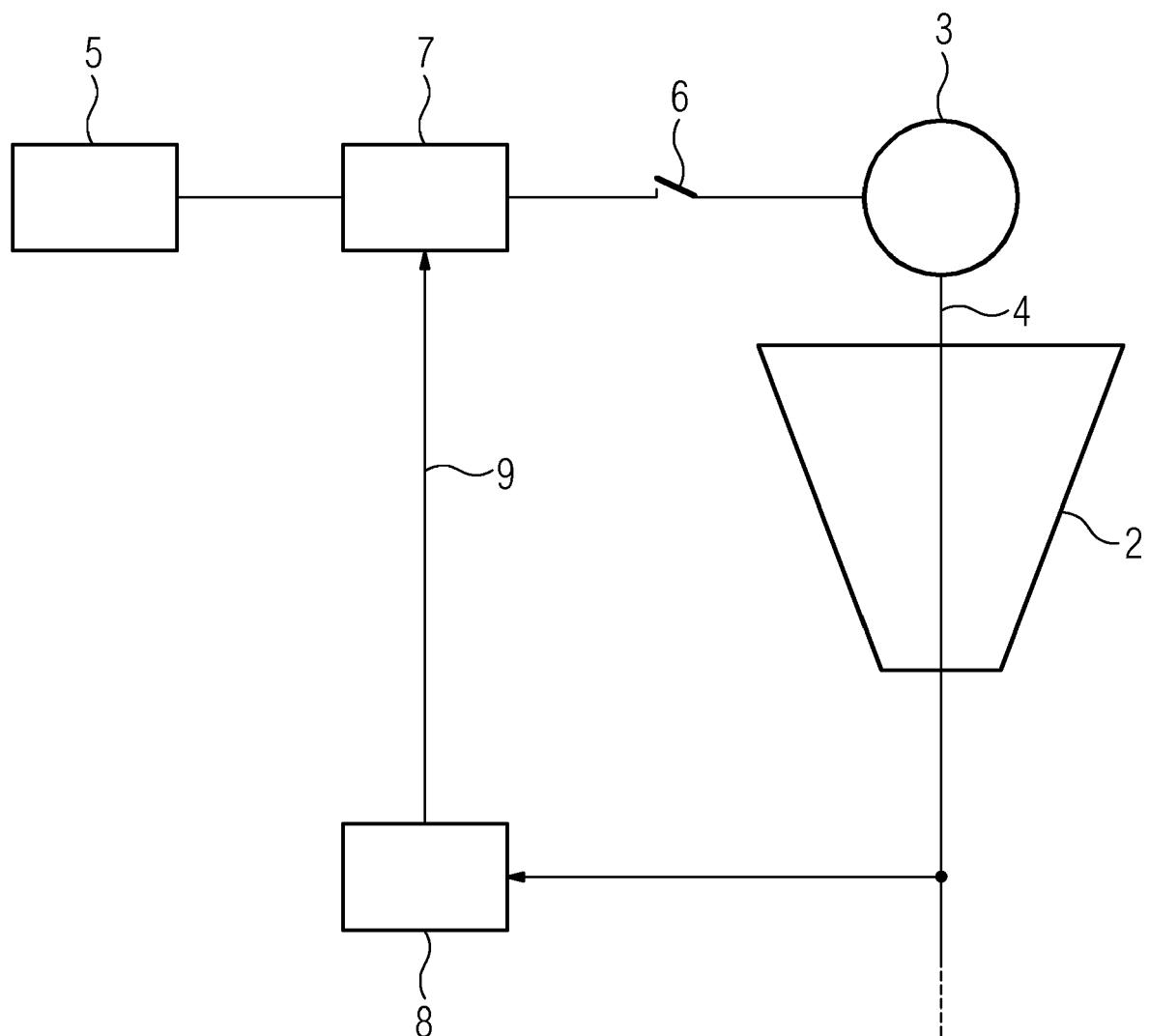
[0032] Sofern die Dampfturbine 2 in einem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk eingesetzt wird, wird die Dampfturbine 2 gleichzeitig mit der Gasturbine beschleunigt. In einer alternativen Ausführungsform wird die Dampfturbine 2 sogar vor der Gasturbine beschleunigt.

[0033] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzmfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

wird.

1. Verfahren zum Beschleunigen einer Dampfturbine (2), wobei die Dampfturbine mit einem Generator (3) drehmomenttechnisch gekoppelt wird,
wobei der Generator (3) als Motor betrieben wird und ein Spannungserzeugungssystem (5) den Generator (3) mit elektrischer Energie versorgt,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dampfturbine (2) ohne Dampfzufuhr durch den als Motor betriebenen Generator (3) beschleunigt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei die Dampfturbine (2) solange beschleunigt wird, bis ein Dampf mit ausreichender Qualität zur Verfügung steht und die Dampfturbine (2) mit Dampf versorgt. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
wobei der Dampf in einem Dampferzeuger erzeugt wird. 20
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
wobei die Dampfturbine (2) eine Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruck-Teilturbine aufweist und der Dampf mit ausreichender Qualität zunächst durch die Mitteldruck- und/oder Niederdruck-Teilturbine strömt. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
wobei die Hochdruck-Teilturbine dann mit Dampf versorgt wird, wenn der Dampf in einer ausreichenden Menge verfügbar ist. 30
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Spannungserzeugungssystem (5) ein Batterie- oder ein Akkusystem verwendet wird. 35
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei als Spannungserzeugungssystem (5) ein elektrisches Versorgungsnetz verwendet wird. 40
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Frequenzumrichter zwischen dem Spannungserzeugungssystem (5) und dem Generator (3) angeordnet wird. 45
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dampfturbine (2) in einem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk eingesetzt wird und die Dampfturbine (2) gleichzeitig mit der Gasturbine beschleunigt wird. 50
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei die Dampfturbine (2) in einem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk eingesetzt wird und die Dampfturbine (2) vor der Gasturbine beschleunigt 55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 18 7068

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	US 2017/145850 A1 (HUSCHER FREDERICK [US]) 25. Mai 2017 (2017-05-25) * Absätze [0033] - [0038]; Abbildung 3 *	1-3,9	INV. F01K13/02
15 Y	-----	10	F01K23/10
20 A	-----	4-8	
X	US 2014/013750 A1 (MUELLER STEFAN [DE] ET AL) 16. Januar 2014 (2014-01-16) * Absätze [0013] - [0030]; Abbildung 1 *	1-3,7,8	
X	-----		
25 X	EP 2 101 043 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16. September 2009 (2009-09-16) * Absätze [0007], [0008]; Abbildung 1 * * Absätze [0026], [0027] *	1-3,5,6	
Y	-----		
30 US 2010/229523 A1 (HOLT JOEL DONNELL [US]) ET AL) 16. September 2010 (2010-09-16) * Absatz [0005]; Abbildungen 1,2 *	10		
35 -----			
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
EPO FORM 1503 03-82 (P04C03)	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 26. Februar 2018	Prüfer Röberg, Andreas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

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

EP 17 18 7068

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendifikumente 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.

26-02-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendifikument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2017145850 A1	25-05-2017	US 2017145850 A1 WO 2017087211 A1	25-05-2017 26-05-2017
15	US 2014013750 A1	16-01-2014	CN 103270254 A DE 102010056272 A1 EP 2655810 A1 RU 2013134395 A US 2014013750 A1 WO 2012085093 A1	28-08-2013 28-06-2012 30-10-2013 27-01-2015 16-01-2014 28-06-2012
20	EP 2101043 A1	16-09-2009	KEINE	
25	US 2010229523 A1	16-09-2010	CN 101839175 A EP 2423470 A2 JP 2010216478 A US 2010229523 A1	22-09-2010 29-02-2012 30-09-2010 16-09-2010
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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