



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 295 733 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.03.2011 Patentblatt 2011/11**

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

(21) Anmeldenummer: **09010420.9**

(22) Anmeldetag: **12.08.2009**

(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 MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  

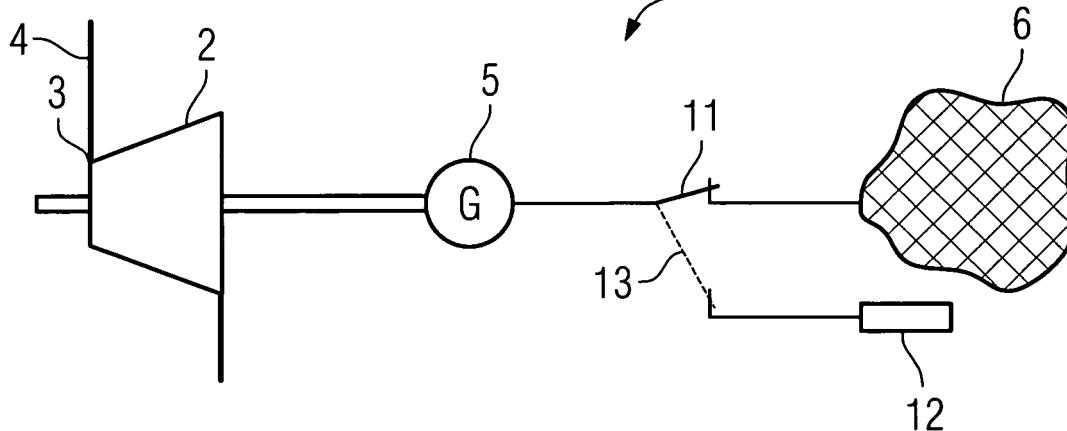
- Förster, Ingo  
47057 Duisburg (DE)
- Grassmann, Arne, Dr.  
45259 Essen (DE)
- Helmis, Thomas  
45468 Mülheim an der Ruhr (DE)
- Musch, Christian  
45259 Essen (DE)
- Stürer, Heinrich, Dr.  
45721 Haltern (DE)

### (54) Kraftwerksanlage und Verfahren zum Betreiben einer Kraftwerksanlage

(57) Die Erfindung betrifft eine Kraftwerksanlage (1) sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftwerksanlage, wobei die in der Kraftwerksanlage (1) angeordnete Turbine (2) möglichst schnell für Revisions- bzw. Wartungszwecke abgeschaltet werden soll, wobei dafür der

Generator (5) vom elektrischen Netz abgekoppelt wird und über einen Schalter (11) an einen als Tauchsieder ausgebildeten elektrischen Verbraucher angeschlossen wird und der Tauchsieder zum Erwärmen von Wasser verwendet wird, wodurch die Abfahrzeit der Turbine (2) weiter verkürzt werden kann.

FIG 1



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kraftwerksanlage umfassend eine Turbine und einen von der Turbine angetriebenen Generator, der elektrische Energie erzeugt und an ein Netz abgibt sowie einem Schalter, der den Generator mit einem elektrischen Verbraucher anschließt. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Abfahren einer Kraftwerksanlage umfassend eine Turbine und einen Generator, der an ein Netz angeschlossen ist. Kraftwerksanlagen werden üblicherweise in Grundlast-, Mittellast- und Spitzenlast-Anlagen unterteilt. Je nach Zuordnung zu den vorgenannten Anlagentypen werden die Komponenten der Anlage unterschiedlich beansprucht. So werden die Komponenten in einer Grundlast-Anlage dauerhaft beansprucht. Im Gegensatz zu den Komponenten in einer Spitzenlast-Anlage, die vielmehr sporadisch eingesetzt werden. Die Grundlastanlagen umfassen üblicherweise eine als Dampfturbine ausgebildete Turbine und einen von der Turbine angetriebenen Generator, der als elektrischer Generator ausgebildet ist und eine elektrische Energie an ein Netz, insbesondere einem elektrischen Verbrauchernetz abgibt. Dieses elektrische Verbrauchernetz wird von mehreren Kraftwerksanlagen mit elektrischer Energie versorgt, wobei die Frequenz der elektrischen Energie streng eingehalten werden muss und bei 50 Hz bzw. 60 Hz liegt.

**[0002]** Obwohl die Dampfturbinen häufig im Dauerbetrieb verwendet werden, müssen sie für Revisionszwecke oder Wartungsarbeiten abgestellt werden. Dazu muss zunächst der elektrische Generator vom Netz entkoppelt werden. Der Generator läuft anschließend im Leerlauf mit der Dampfturbine mit. Die dabei gespeicherte kinetische Rotationsenergie der Welle wird in Lagerreibung und Ventilationsverluste umgewandelt, wodurch sich die Drehzahl der Welle vermindert. Da die Lagerreibung und andere für die Verminderung der Drehzahl verantwortliche Verluste klein sind gegenüber der in der Welle gespeicherten Rotationsenergie ergeben sich lange Auslaufzeiten der Turbine, die bis zu einer Stunde betragen können.

**[0003]** Ein Problem beim Runterfahren von der hohen Drehzahl zum nahezu Stillstand, stellen die so genannten Schaufelresonanzen dar, die zu Schaufelschwingungen der Turbinenlaufschäufeln führen. Jedes Durchfahren dieser Schaufelresonanzen führt zu einem erhöhten Lebensdauerverbrauch. Daher sollte der Abfahrvorgang der Turbine vom betriebsmäßigen Zustand der bei einer Frequenz von 50 bzw. 60 Hz liegt in den nahezu Stillstand schnell erfolgen. Es ist demnach eine schnelle Abfahrt von Nöten, um die Dampfturbine vor größeren Schäden zu bewahren.

**[0004]** An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, ein Verfahren und eine Kraftwerksanlage anzugeben, die es ermöglicht, das Abfahren der Turbine zu beschleunigen.

**[0005]** Die auf die Kraftwerksanlage hin gerichtete Aufgabe wird gelöst durch eine Kraftwerksanlage, umfas-

send eine Turbine und eine von der Turbine angetriebenen Generator, der elektrische Energie erzeugt und an ein Netz abgibt sowie einem Schalter, der den Generator mit einem elektrischen Verbraucher verbindet, wobei der elektrische Verbraucher als ein Widerstandselement zum Erhitzen von Wasser ausgebildet ist.

**[0006]** Der als Widerstandselement zum Erhitzen von Wasser ausgebildete elektrische Verbraucher wird sobald der Generator vom Netz entkoppelt wird, an den Generator angeschlossen. Die Frequenz des Generators ist nach dem Entkoppeln vom elektrischen Netz in der Regel nicht mehr netzsynchron und dürfte aus diesem Grunde nicht mehr am elektrischen Netz angeschlossen sein. Die nicht mehr netzsynchronen elektrische Leistung wird zweckmäßig über das Widerstandselement abgefahren. Durch den Anschluss eines elektrischen Verbrauchers an den Generator bleibt ein rückwirkendes Drehmoment auf den Generator und somit auf die Turbine übrig, was zu einer abbremsenden Wirkung führt und schließlich das Abfahren der Turbine beschleunigt.

**[0007]** Die auf das Verfahren hin gerichtete Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Abfahren einer Kraftwerksanlage umfassend eine Turbine und einen Generator, der an ein Netz angeschlossen ist, wobei der Generator nach dem Entkoppeln des Netzes an einen elektrischen Verbraucher angeschlossen wird. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0008]** So wird in einer ersten vorteilhaften Weiterbildung das Widerstandselement eines Tauchsieders ausgebildet. Weiterhin vorteilhaft wird der Tauchsieder zum Erhitzen von Wasser angeordnet. Somit wird quasi rückwirkend die elektrische Energie die über den Tauchsieder abgegeben wird, nicht an die Umwelt abgegeben, sondern zum Erhitzen von Wasser umgewandelt.

**[0009]** Weiterhin vorteilhaft ist es den Tauchsieder zum Erhitzen von Kühlwasser anzutreiben.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist es den elektrischen Verbraucher in einem Kondensator anzutreiben und dort den zu Wasser umgewandelten Dampf zu erhitzen.

**[0011]** Dazu wird der elektrische Verbraucher im so genannten Hotwell im Kondensator angeordnet. Beim Hotwell handelt es sich um den Kondensatsammelbehälter.

**[0012]** Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die in den Figuren aufgeführten Bezugszeichen beschreiben in ähnlicher Weise funktionierende Komponenten.

**FIG 1** zeigt in schematischer Weise einen Ausschnitt einer Kraftwerksanlage;

**FIG 2** zeigt eine Übersicht einer Kraftwerksanlage.

**[0013]** FIG 1 zeigt eine in schematischer Weise dargestellt Kraftwerksanlage 1. Diese Kraftwerksanlage 1 umfasst eine Turbine 2, die als Dampfturbine ausgebildet

ist. Die Dampfturbine 2 wird über einen Dampfeinlass 3 und einer Frischdampfleitung 4 mit Frischdampf versorgt. In der Dampfturbine 2 wird die thermische Energie des Frischdampfes in kinetische Rotationsenergie umgewandelt. Die kinetische Rotationsenergie wird zum Antreiben eines elektrischen Generators 5 verwendet. Der Generator 5 ist im Dauerbetrieb an ein elektrisches Netz gekoppelt, wobei die Frequenz hierbei bei 50 Hz für den europäischen Markt und 60 Hz für den US-amerikanischen Markt liegt. In der FIG 2 sind noch weitere Komponenten dargestellt, die für eine Kraftwerksanlage 1 benötigt werden, wie z.B. einen Kondensator 7, einem Dampferzeuger 8 und einer Pumpe 9. Im Dampferzeuger 8 wird der Frischdampf erzeugt, der über die Frischdampfleitung 4 und den Dampfeinlass 3 in die Dampfturbine 2 strömt. Im Kondensator 7 wird der aus der Dampfturbine ausströmende Dampf wieder zu Wasser kondensiert, wobei über eine externe Kühlleitung 10 der aus der Dampfturbine 2 entweichende Wasserdampf kondensiert. Das zu Wasser umgewandelte Kondensat wird schließlich über eine Pumpe 9 zum Dampferzeuger 8 geführt.

**[0014]** Für Wartungszwecke oder für Revisionen oder für ähnliche Anlässe wird die Dampfturbine 2 nun folgendermaßen abgefahren. Zunächst wird ein Schalter 11 der den elektrischen Generator 5 mit dem elektrischen Netz 6 verbindet gelöst und auf einen elektrischen Verbraucher 12 geschaltet, was in der FIG 1 in durch die gestrichelte Linie 13 dargestellt wird. Das Abfahren der Turbine 2 erfolgt zunächst durch einfaches Abstellen der Dampfzufuhr. Das bedeutet, dass der im Dampferzeuger 8 erzeugte Dampf über ein Ventil versperrt wird und nicht mehr durch die Dampfturbine 2 geleitet wird. Der an den Generator 5 angeschlossene elektrische Verbraucher 12 übt sozusagen eine Bremswirkung auf den elektrischen Generator 5 aus, was sich als weitere Bremswirkung auf die Dampfturbine 2 auswirkt. Dadurch wird die Abfahrzeit der Dampfturbine verkürzt. Die aus dem elektrischen Generator 5 herauskommende elektrische Energie ist nach dem Umschalten des Schalters 11 zum elektrischen Verbraucher 12 nicht mehr netzsynchron. Da der elektrische Verbraucher im Inselbetrieb betrieben wird und nicht mit anderen elektrischen Verbrauchern energieübertragend verbunden ist, ist eine nicht-netzsynchrone elektrische Leistung unschädlich.

**[0015]** Der elektrische Verbraucher 12 ist als ein Widerstandselement ausgebildet und kann als ein quasi überdimensionaler Tauchsieder entsprechend zum Erwärmen von Wasser benutzt werden. Dazu kann wie in FIG 2 dargestellt, der Tauchsieder 12 direkt in das Kondensat im so genannten Hotwell angeordnet werden, um das Kondensat zu verdampfen. Dieser Dampf wird dann an den Kondensatorrohren 14 wieder als Wasser abgeschlagen, wodurch somit die Energie aus der Kraftwerksanlage 1 an die Umwelt abgegeben wird.

**[0016]** In einer alternativen Ausführungsform kann der als Tauchsieder ausgebildete elektrische Verbraucher 12 auch in einer Wasserkammer des Kühlwasserkreis-

laufs, der allerdings in FIG 1 und FIG 2 nicht dargestellt ist, angeordnet werden.

## 5 Patentansprüche

1. Kraftwerksanlage (1), umfassend eine Turbine (2) und einen von der Turbine (2) angetriebenen Generator (5), der elektrische Energie erzeugt und an ein Netz (6) abgibt, sowie einem Schalter (11), der den Generator (5) mit einem elektrischen Verbraucher (12) verbindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Verbraucher als ein Widerstandselement zum Erhitzen von Wasser ausgebildet ist.
2. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 1, wobei das Widerstandselement als Tauchsieder ausgebildet ist.
3. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Tauchsieder zum Erhitzen von Wasser angeordnet ist.
4. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 1, mit einem Kondensator (7) zum Kondensieren des durch die Turbine (2) strömenden Dampfes zu Wasser, wobei der elektrische Verbraucher (12) zum Erhitzen des im Kondensator (7) zu Wasser umgewandelten Dampfes angeordnet ist.
5. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Tauchsieder zum Erhitzen von Kühlwasser angeordnet ist.
6. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 4, wobei der elektrische Verbraucher (12) im Hotwell im Kondensator (7) angeordnet ist.
7. Kraftwerksanlage (1) nach Anspruch 5, wobei der elektrische Verbraucher (12) in einer Wasserkammer des Kühlwasserkreislaufs angeordnet ist.
8. Verfahren zum Abfahren einer Kraftwerksanlage (1), umfassend eine Turbine (2) und einen Generator (5), der an ein Netz (6) angeschlossen ist, wobei der Generator (5) nach dem Entkoppeln des Netzes (6) an einen elektrischen Verbraucher (12) angeschlossen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der elektrische Verbraucher (12) zum Erwärmen von Wasser angeordnet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die nicht netzsynchrone Leistung des elektri-

schen Verbrauchers (12) zum Abfahren der Turbine  
(2) verwendet wird.

- 11.** Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,  
wobei der elektrische Verbraucher (12) als Wider- 5  
standselement oder als Tauchsieder ausgebildet  
wird und zum Erwärmen von im Kondensator (7)  
kondensiertem Wasser oder im Kühlkreislauf befind-  
lichen Kühlwassers ausgebildet wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

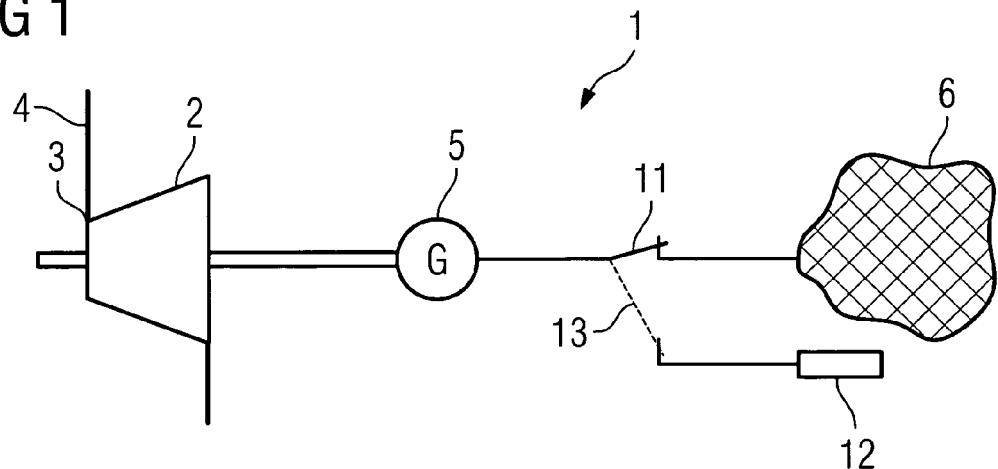
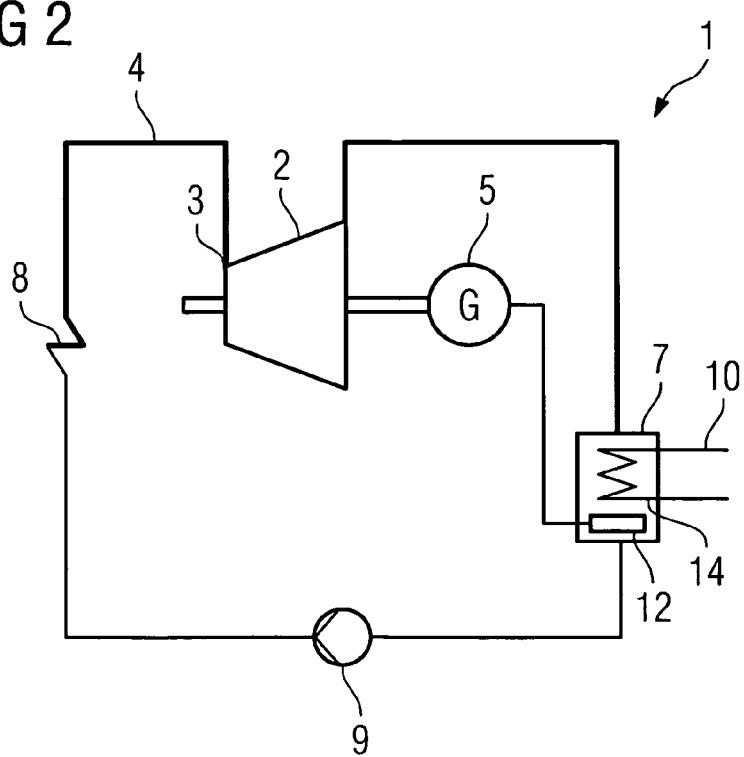


FIG 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 01 0420

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	
X	WO 2009/038562 A2 (UTC POWER CORP [US]; FREDETTE STEVEN J [US]; ARNER MICHAEL D [US]) 26. März 2009 (2009-03-26) * Absatz [0009] - Absatz [0017]; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1,2 * * Zusammenfassung *	1-11	INV. F01K13/02
X	DE 10 2004 016450 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD BADEN [CH]) 20. Oktober 2005 (2005-10-20) * Absatz [0058] - Absatz [0094]; Ansprüche 1-20; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-11	
X	DE 198 39 636 A1 (ASEA BROWN BOVERI [CH]) 2. März 2000 (2000-03-02) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-15; Abbildungen *	1-11	
X	DE 20 2004 003772 U1 (ENGINION AG [DE]) 3. Juni 2004 (2004-06-03)	1-7	
A	* Absatz [0011] - Absatz [0018]; Ansprüche 1-8; Abbildung 1 *	8-11	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
A	* Zusammenfassung *		F01K
A	EP 0 007 389 A1 (CARRIER CORP [US]) 6. Februar 1980 (1980-02-06) * Seite 6, Absatz 4 - Seite 7, Absatz 1; Ansprüche; Abbildung * * Zusammenfassung *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 4. November 2010	Prüfer Zerf, Georges
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 09 01 0420

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.

04-11-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2009038562	A2	26-03-2009	EP	2201666 A2		30-06-2010
DE 102004016450	A1	20-10-2005		KEINE		
DE 19839636	A1	02-03-2000	DE	59912645 D1		17-11-2005
			EP	0984552 A2		08-03-2000
			US	6239511 B1		29-05-2001
DE 202004003772	U1	03-06-2004		KEINE		
EP 0007389	A1	06-02-1980	AR	220194 A1		15-10-1980
			AU	534558 B2		09-02-1984
			AU	4681479 A		15-11-1979
			BR	7902759 A		27-11-1979
			CA	1121454 A1		06-04-1982
			DE	2964252 D1		20-01-1983
			DK	189179 A		09-11-1979
			ES	480306 A1		16-12-1979
			JP	1314433 C		28-04-1986
			JP	54147337 A		17-11-1979
			JP	60038538 B		02-09-1985
			MX	145925 A		21-04-1982
			US	4211932 A		08-07-1980