

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

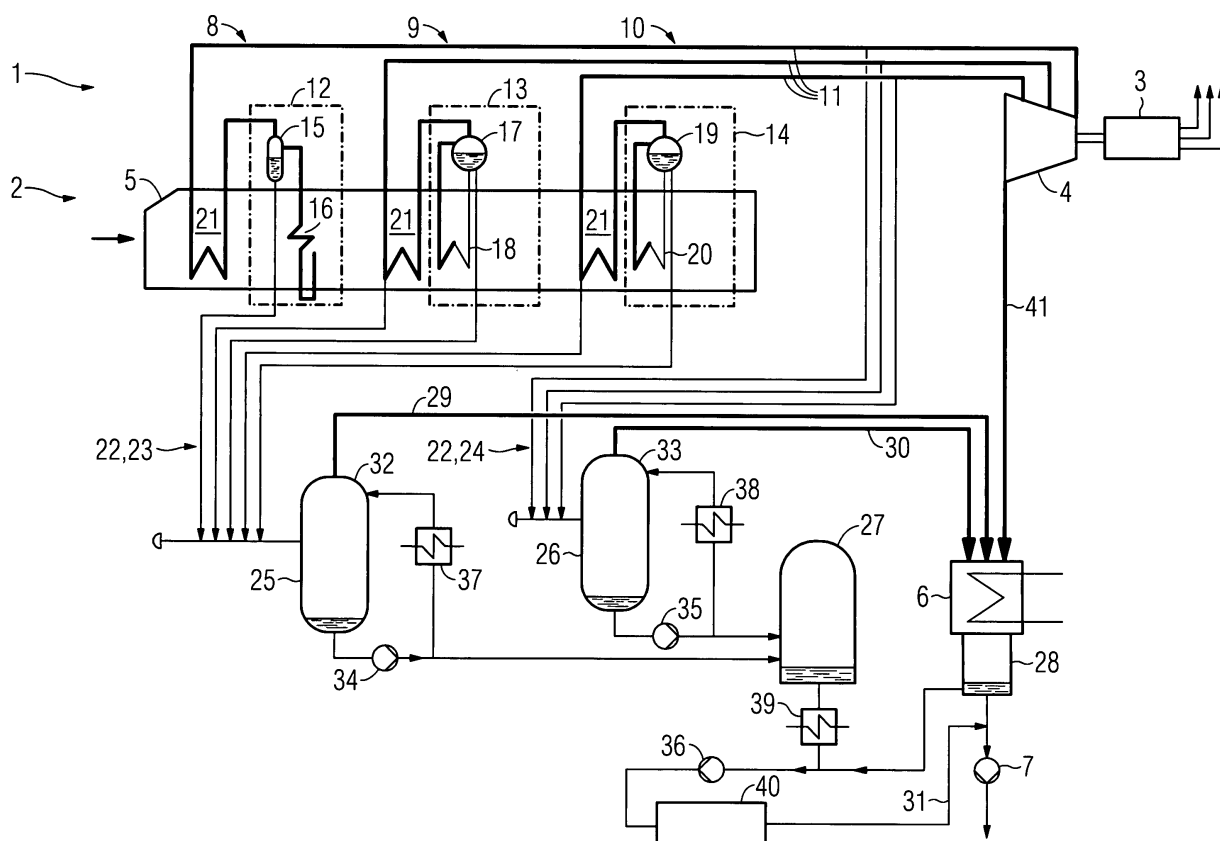
EP 1 662 096 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2006 Patentblatt 2006/22(51) Int Cl.:
F01K 13/00 (2006.01) F01K 23/10 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **04028295.6**(22) Anmeldetag: **30.11.2004**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK YU(72) Erfinder:
• **Schöttler, Michael Dr.**
91052 Erlangen (DE)
• **Wallmann, Anja**
91056 Erlangen (DE)
• **Wulff, Rainer**
91224 Pommelsbrunn (DE)(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)(54) **Verfahren zum Betrieb einer Dampfkraftanlage, insbesondere einer Dampfkraftanlage eines Kraftwerks zur Erzeugung von zumindest elektrischer Energie, und entsprechende Dampfkraftanlage**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betrieb einer Dampfkraftanlage (2) und eines Kraftwerks (1) sowie eine entsprechende Dampfkraftanlage (2) vorgeschlagen, bei denen das aus zumindest einer Druckstufe (8, 9, 10) der

Dampfkraftanlage (2) entwässerte Wasser im wesentlichen vollständig gesammelt, angespeichert und in den Wasserkreislauf der Dampfkraftanlage (2) zurückgeführt wird.



EP 1 662 096 A1

Beschreibung

[0001] Verfahren zum Betrieb einer Dampfkraftanlage, insbesondere einer Dampfkraftanlage eines Kraftwerks zur Erzeugung von zumindest elektrischer Energie, und entsprechende Dampfkraftanlage

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Dampfkraftanlage und insbesondere ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerk zur Erzeugung von zumindest elektrischer Energie mit einer Dampfkraftanlage, wobei die Dampfkraftanlage einen Wasserkreislauf mit-zumindest einer Druckstufe aufweist und Wasser wenn notwendig aus dem Wasserkreislauf bzw. aus den Druckstufen, entwässert werden kann. Das Kraftwerk weist zumindest einen elektrischen Generator auf, der mit der Dampfkraftanlage antreibbar ist. Die Erfindung betrifft außerdem eine Dampfkraftanlage zur Erzeugung von zumindest elektrischer Energie, an der das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann.

[0003] Eine solche Dampfkraftanlage enthält üblicherweise eine oder mehrere Umlaufdampferzeuger mit Dampftrommeln (pressure drums) mit zugehörigen Heizflächen. Mit den Umlaufdampferzeugern wird, insbesondere in unterschiedlichen Druckstufen, Dampf erzeugt, der einer Dampfturbine bzw. der jeweiligen Druckstufe der Dampfturbine zugeführt werden kann. Die Dampfkraftanlage kann auch einen oder mehrere sog. Durchlaufdampferzeuger, welche auch als Benson-Kessel bezeichnet werden, aufweisen, welche aber zumeist in der Hochdruckstufe eingebunden sind.

[0004] Herkömmlicherweise wird bei Dampfkraftanlagen, je nach Betriebszustand der Dampfkraftanlage, mehr oder minder stark entwässert. Entwässert wird beispielsweise bei laufendem Betrieb aus länger geschlossenen Rohrleitungen, in denen sich Kondensat angesammelt hat. Dazu werden die betreffenden Rohrleitungen kurz geöffnet und damit entwässert. Dabei geht dem Wasserkreislauf Wasser verloren, das durch Zusatzwasser, so genanntes Deionat, wieder zugeführt werden muss. Entwässerungen fallen besonders vermehrt an beim Anfahren und Abfahren der Dampfkraftanlage, da beispielsweise beim Abfahren der Dampfkraftanlage der im Wasserkreislauf befindliche Dampf nach und nach kondensiert und das so anfallende Flüssigwasser nicht in den Anlagenteilen, insbesondere in den Heizflächen, stehen darf. Beim Abfahren wird aus dem Wasserkreislauf mehr Wasser entwässert als nachgefüllt wird, bis am Ende kein Wasser mehr nachgefüllt wird.

[0005] Es ist bekannt die Entwässerungen zu sammeln, also zusammen zu führen. Weiterhin ist bekannt diese Entwässerungen teilweise kurzzeitig in einem Tank zu speichern. Da die Entwässerungen, also das entwässerte Wasser, herkömmlicherweise über eine Pumpe in die Umwelt verworfen werden, dient der Tank lediglich dazu die Laufzeit und die Intervallhäufigkeit der Pumpe zu reduzieren. Weiterhin ist bekannt das entwässerte Wasser in einem Abscheiderbehälter zu entspan-

nen und Wasser und Dampf voneinander zu trennen. Der abgetrennte Dampf wird anschließend in die Umwelt abgegeben.

[0006] Nachteilig bei dem Stand der Technik ist insbesondere, dass das mit hohen Kosten hergestellte entwässerte Deionat nicht wieder in den Wasserkreislauf zurückgeführt, sondern in Form von Abwasser in die Umwelt verworfen wird. Daher sind bei herkömmlichen Dampfkraftanlagen die anfallenden Kosten für Deionat, insbesondere bei häufigen Ab- und Anfahrbetrieben, erheblich gesteigert. Außerdem wird die Umwelt durch die hohe Abgabe von Abwasser erheblich belastet. Das nachgespeiste Deionat hat hohe Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalte, die eine Entgasung des Deionates erfordern, wodurch die Anfahrzeit der Dampfkraftanlage verlängert wird.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist, die Nachteile aus dem Stand der Technik zu beseitigen. Im Einzelnen ist es daher Aufgabe der Erfindung die laufenden Kosten einer Dampfkraftanlage und eines Kraftwerks zur Erzeugung von elektrischer Energie mit einer solchen Dampfkraftanlage, welche durch die Deionatbereitstellung entstehen, deutlich zu senken. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, die Belastung der Umwelt durch Abwasser und den Verbrauch von Wasser deutlich zu vermindern. Ebenso ist es Aufgabe der Erfindung die Anfahrzeit der Dampfkraftanlage mit geringen Mitteln zu verkürzen.

[0008] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Hinsichtlich einer Vorrichtung ist die Aufgabe durch eine Dampfkraftanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

[0009] Die Erfindung hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass die Kosten für die Bereitstellung von Deionat, insbesondere bei häufigen Ab- und Anfahrbetrieben, deutlich reduziert sind. Mit Hilfe der Erfindung ist es zudem möglich Dampfkraftwerke auch in Regionen mit starkem Wassermangel zu betreiben. Weiterhin kann durch die Erfindung sehr viel Wasser eingespart werden und die Umwelt wird weniger mit abgebenem Abwasser belastet. Die Anfahrzeit der Dampfkraftanlage bzw. des Kraftwerks wird verkürzt. Insbesondere durch die Rückführung des im wesentlichen gesamten entwässerten Wassers wird dies erreicht, wobei im wesentlichen beispielsweise bedeutet, dass ca. 99% der entwässerten Wassermenge zurückgeführt wird.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird mindestens aus der Druckstufe mit dem höchsten Druck das entwässerte Wasser gesammelt, angespeichert und dem Wasserkreislauf vollständig zurückgeführt. So lässt sich in einfacher Weise mit geringem Aufwand der Größte Teil des entwässerten Wassers zurückführen, da die in der höchsten Druckstufe fließende Wassermenge den größten Teil der Wassermenge des gesamten Wasserkreislaufs ausmacht.

[0012] Vorteilhafterweise wird außer der höchsten

Druckstufe noch mindestens eine weitere Druckstufe mit einbezogen, deren Druckniveau niedriger ist als das der höchsten Druckstufe, wobei in einer entsprechenden Fortbildung dabei auch alle Druckstufen mit einbezogen sein können. In dieser Weise wird ein größerer Teil oder die Gesamtmenge des entwässerten Wassers gesammelt, angespeichert und dem Wasserkreislauf zurückgeführt und so noch mehr Wasser gespart.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das entwässerte Wasser einer Flüssigwasser-Dampf-Trennung unterzogen, wobei der abgetrennte Dampf dem Kondensator der Dampfkraftanlage zugeführt werden kann. Der abgetrennte saubere Dampf kann durch diese Maßnahme einfach im Kondensator gekühlt und verflüssigt werden. Eine besondere Kühlmaßnahme an dem angespeicherten Wasser kann dadurch weitgehend unterbleiben. Außerdem ist auf diese Weise eine einfache Rückführung gesammelten Wassers in den Wasserkreislauf gegeben.

[0014] Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird das während eines Abfahrvorgangs anfallende entwässerte Wasser immer nur so weit wieder dem Wasserkreislauf zurückgeführt, dass am Ende des Abfahrvorgangs, also bei Stillstand, das entwässerbare Wasser, also die maximal entwässerbare Wassermenge, angespeichert ist. Im Weiteren wird dann die so entwässerte Wassermenge dem Wasserkreislauf beim nächsten Anfahrvorgang wieder zugeführt wird.

[0015] Vorteilhafterweise wird wenigstens ein Teil des entwässerten Wassers über eine Wasseraufbereitungsanlage dem Wasserkreislauf zurückgeführt. Dabei kann zumindest ein Teil des vom Kondensator austretenden Wassers ebenfalls über die Wasseraufbereitungsanlage geführt werden, wobei es ebenfalls möglich ist die beiden Teilströme vor Eintritt in die Wasseraufbereitungsanlage zu vermischen. Beispielsweise kann so die Beschaffenheit, insbesondere der Verschmutzungsgrad, des der Wasseraufbereitungsanlage zugeführten Wasser eingestellt werden. Die Belastung der Wasseraufbereitungsanlage kann somit leicht vor einer Überbelastung geschützt werden.

[0016] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beigefügten schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Dampfkraftanlage mit drei Druckstufen.

[0017] Im Folgenden werden für gleiche und gleich wirkende Elemente durchweg gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0018] In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Dampfkraftanlage 2 dargestellt. Die Dampfkraftanlage 2 ist Bestandteil eines Kraftwerks 1, welches beispielsweise auch als kombiniertes Gas- und Dampfturbinenkraftwerk ausgebildet sein kann. Die Dampfkraftanlage 2 weist eine Dampfturbine 4 mit im Ausführungsbeispiel drei unterschiedlichen Druckberei-

chen auf. Weiterhin weist die Dampfkraftanlage 2 im Ausführungsbeispiel einen Wasserkreislauf mit im wesentlichen der Dampfturbine 4, einem Kondensator 6, einer Kondensatpumpe 7 und drei Druckstufen 8, 9, 10 auf, welche jeweils den einzelnen jeweiligen Druckbereichen der Dampfturbine 4 zugeordnet sind. Der Wasserkreislauf umfasst außerdem noch eine nicht dargestellte Speisewasserpumpe. Die Druckstufen 8, 9, 10 sind mit den Druckbereichen der Dampfturbine 4 jeweils durch Dampfleitungen 11 verbunden. Die Druckstufen 8, 9, 10 gliedern sich im Ausführungsbeispiel in die als Hochdruckstufe ausgebildete erste Druckstufe 8, die als Mitteldruckstufe ausgebildete zweite Druckstufe 9 und die als Niederdruckstufe ausgebildete dritte Druckstufe 10. Die erste Druckstufe 8 des Wasserkreislaufs weist einen Durchlaufdamperzeuger 12 mit einer Durchlaufheizfläche 16 und einer Abscheiderflasche 15 auf. Die zweite Druckstufe 9 weist einen ersten Umlaufdamperzeuger 13 mit einer ersten Drucktrommel 17 und einer als Umlaufverdampfer ausgebildeten ersten Umlaufheizfläche 18 auf. Die ähnlich wie die zweite Druckstufe 9 aufgebaute dritte Druckstufe 10 weist einen zweiten Umlaufdamperzeuger 14 mit einer zweiten Drucktrommel 19 und einer als Umlaufverdampfer ausgebildeten zweiten Umlaufheizfläche 20 auf.

[0019] Die Heizflächen 16, 18, 20 sind in einem Kessel 5 angeordnet, der beispielsweise wie im Ausführungsbeispiel als liegender Abhitzeessel ausgebildet sein und von den Abgasen einer nicht dargestellten Gasturbine gespeist wird. Den Damperzeugern 12, 13, 14 ist im Ausführungsbeispiel jeweils ein Überhitzer 21 nachgeschaltet. Der Ausgang des jeweiligen Überhitzers 21 steht über die jeweilige Dampfleitung 11 mit dem ihm zugeordneten Druckbereich der Dampfturbine 4 in Verbindung. Jede Dampfleitung 11 ist jeweils Bestandteil der einzelnen Druckstufe 8, 9, 10.

[0020] Im Betrieb der Dampfkraftanlage 2 bzw. des Kraftwerks 1 wird durch die nicht dargestellte Speisewasserpumpe deionisiertes Wasser, sog. Deionat, den Damperzeugern 12, 13, 14 über Leitungen zugeführt, welche der Einfachheit wegen nicht dargestellt sind. Da im gezeigten Ausführungsbeispiel unterschiedliche Arten von Damperzeugern 12, 13, 14 Verwendung finden, welche unterschiedliche Anforderungen an die Beschaffenheit des zugeführten Deionats, insbesondere des pH-Wertes, haben, wird das Deionat kurz vor seinem Eintritt in den jeweiligen Damperzeuger 12, 13, 14 durch eine entsprechende nicht dargestellte Einrichtung entsprechend aufbereitet. Im Damperzeuger 12, 13, 14 erfolgt die Verdampfung des zugeführten Wassers. Im Durchlaufdamperzeuger 12 erfolgt zumeist auch noch eine Überhitzung. Das verdampfte Wasser wird im sich anschließenden Überhitzer 21 überhitzt und über die Dampfleitungen 11 dem jeweiligen Druckbereich der Dampfturbine 4 zugeführt.

[0021] Das aus dem Hochdruckbereich der Dampfturbine 4 in Form von Dampf austretende Wasser wird herkömmlicherweise der nächst niedrigeren Druckstufe

über Leitungen zugeführt, welche der besseren Übersicht wegen nicht dargestellt sind. Im Ausführungsbeispiel wird aus dem Hochdruckbereich der Dampfturbine 4 in Form von Dampf austretendes Wasser also der zweiten Druckstufe 9 zugeführt. Aus dem Mitteldruckbereich der Dampfturbine 4 in Form von Dampf austretendes Wasser wird der dritten Druckstufe 10, und damit am Ende auch dem niedersten Druckbereich der Dampfturbine 10 zugeführt.

[0022] Das aus dem Niederdruckbereich der Dampfturbine 4 austretende Wasser wird dem Kondensator 6 zur Abkühlung und Verflüssigung über eine Abdampfleitung 41 zugeführt. Die Abdampfleitung 41 schließt den Wasserkreislauf der Dampfkraftanlage 2 zwischen Dampfturbine 4 und Kondensator 6.

[0023] Das aus der Kondensatpumpe 7 austretende Wasser wird über die nicht dargestellte Speisewasserpumpe hauptsächlich der ersten Druckstufe 8 zugeführt. Von der in allen Druckstufen 8, 9, 10 strömenden Wassermenge hat die in der ersten Druckstufe 8 strömende Wassermenge im Ausführungsbeispiel im Betrieb einen Anteil von ca. 75%, da in ihr, verglichen mit den anderen Druckstufen 9, 10 deutlich mehr Leistung umgesetzt wird.

[0024] Die im Dampf der Dampfturbine 4 zugeführte Energie wird in der Dampfturbine 4 in Rotationsenergie umgewandelt und so an den angeschlossenen elektrischen Generator 3 abgegeben.

[0025] Im laufenden Betrieb, insbesondere auch im Anfahr- und Abfahrbetrieb, wird aus den Druckstufen 8, 9, 10 intermittierend oder teilweise auch laufend Wasser entwässert. Das entwässerte Wasser wird dazu zunächst durch eine Sammelvorrichtung 22, welche im Ausführungsbeispiel durch ein erstes Rohleitungsbündel 23 und ein zweites Rohleitungsbündel 24 ausgeführt ist, gesammelt. Beispielsweise wird aus den Drucktrommeln 17 und 19 im Nominalbetrieb der Dampfkraftanlage 2 ständig Wasser entwässert. Dieser Vorgang wird auch als Entschlännen bezeichnet, da sich durch den Umlaufbetrieb in den Drucktrommeln 17, 18 Ablagerungen ansammeln, die abgeschlännt werden müssen. Beispielsweise werden ca. 0,5% bis 1% des Durchsatzes von Wasser der Drucktrommel 17, 18 ständig entwässert. Durch den im Durchlauferdampferzeuger 12 im Nominalbetrieb fehlenden Umlaufbetrieb muss aus der Abscheiderflasche 15 im Ausführungsbeispiel nicht ständig entwässert werden, sondern zumeist hauptsächlich im Anfahr- und Abfahrbetrieb. Unter Anderem wird auch aus den Überhitzern 21 entwässert, jedoch auch meist nur im Anfahr- und Abfahrbetrieb. Im Ausführungsbeispiel wird Wasser auch aus den Dampfleitungen 11 entwässert und durch das zweite Rohleitungsbündel 24 gesammelt. Wasser kann auch aus anderen Bereichen bzw. Teilen der Druckstufen 8, 9, 10 entwässert werden, welche aufgrund der vereinfachten Darstellung des Ausführungsbeispiels nicht alle dargestellt sind.

[0026] Das im Ausführungsbeispiel aus den Druckstufen 8, 9, 10 entwässerte und gesammelte Wasser wird

anschließend angespeichert. Dazu sind mehrere Speicherbehälter 25, 26, 27 und 28 vorgesehen, die je nach Betriebszustand des Kraftwerks 1 mehr oder weniger gefüllt sein können. Im Einzelnen wird im Ausführungsbeispiel das aus den Drucktrommeln 17, 19 entwässerte Wasser, das aus der Abscheiderflasche 15 entwässerte Wasser und das aus den Überhitzern 21 entwässerte Wasser zunächst dem ersten Speicherbehälter 25 zugeführt und dort angespeichert. Der erste Speicherbehälter 25 ist größtmäßig so ausgelegt, dass er die beim Anfahren oder Abfahren der Dampfkraftanlage 2 sehr hohe Zufuhr von entwässertem Wasser zunächst für einige Zeit anspeichern und so puffern kann. Der erste Speicherbehälter 25 wirkt auch als eine erste Trenneinrichtung 32, da das heiße, entwässerte Wasser im ersten Speicherbehälter 25 ausdampft, wird Flüssigwasser von Dampf getrennt, wobei der an sich von Verunreinigungen freie Dampf über eine erste Rückführungsleitung 29 dem Eingang des Kondensators 6 zugeführt wird und das Flüssigwasser vorerst im Speicherbehälter 25 angespeichert wird. Im ersten Speicherbehälter 25 angespeichertes Flüssigwasser wird bei Bedarf in einen dritten Speicherbehälter 27 mittels einer ersten Pumpe 34 gepumpt. Durch einen nach dem Ausgang der ersten Pumpe 34 angeordneten Abzweig, kann durch eine entsprechende Stellung eines nicht dargestellten Ventils die gepumpte Wassermenge teilweise oder vollständig über einen ersten Kühler 37 zurück in den ersten Speicherbehälter 25 gepumpt werden. Dadurch ist eine zusätzliche Kühlung des im ersten Speicherbehälter 25 angespeicherten Wassers möglich. Insbesondere kann durch den Einsatz des ersten Kühlers 37 die ausdampfende Wassermenge reduziert und die Wärmebelastung des Kondensators 6 verringert werden.

Im Ausführungsbeispiel wird das aus den Dampfleitungen 11 der Druckstufen 8, 9, 10 entwässerte Wasser durch das zweite Rohleitungsbündel 24 entwässert und in dem zweiten Speicherbehälter 26 angespeichert. Wie der erste Speicherbehälter 25 ist auch dem zweiten Speicherbehälter 26 ein Kühlkreislauf bestehend aus einer zweiten Pumpe 35 und einem zweiten Kühler 38 zugeordnet. Außerdem weist der zweite Speicherbehälter 26 eine wie im ersten Speicherbehälter 25 beschaffene zweite Trenneinrichtung 33 auf, wobei auch hier der an sich saubere Wasserdampf dem Eingang des Kondensators 6 über eine zweite Rückführungsleitung 30 zuführbar ist. Das im zweiten Speicherbehälter 26 angespeicherte Flüssigwasser ist auch hier dem dritten Speicherbehälter 27 über die zweite Pumpe 35 bei Bedarf zuführbar.

[0027] Das im dritten Speicherbehälter 27 angespeicherte Flüssigwasser wird im Ausführungsbeispiel bei Bedarf über einen dritten Kühler 39, eine dritte Pumpe 36 und eine Wasseraufbereitungsanlage 40 dem Eingang der Kondensatpumpe 7 über eine dritte Rückführungsleitung 31 zugeführt.

[0028] Die Wasseraufbereitungsanlage 40 ist so geschaltet und angeordnet, dass in sie die gesamte Flüssigwasser

sigphase des entwässerten Wassers geleitet und aufbereitet wird, bevor diese Flüssigphase in den Wasserkreislauf der Dampfkraftanlage 2 zurückgeführt wird. Das gesamte aus dem dritten Speicherbehälter 27 austretende Wasser wird über die Wasseraufbereitungsanlage 40 geführt und dort aufbereitet. Im Ausführungsbeispiel ist die Wasseraufbereitungsanlage 40 im Nebenstrom des Wasserkreislaufes angeordnet, wobei ein Teilstrom des aus einem als Kondensatsammelbehälter ausgebildeten vierten Speicherbehälter 28 austretenden Wassers über die dritte Pumpe 36 der Wasseraufbereitungsanlage 40 zuführbar ist. Der Teilstrom ist im Ausführungsbeispiel mit dem aus dem dritten Speicherbehälter 27 kommenden Flüssigwasser mischbar, bevor er die Wasseraufbereitungsanlage 40 erreicht. Insbesondere im Nominalbetrieb der Dampfkraftanlage 2 kann der auch das gesamte aus dem Kondensator 6 austretende Wasser über die Wasseraufbereitungsanlage 40 geführt werden, wobei die Wasseraufbereitungsanlage 40 dann im Hauptstrom des aus dem Kondensator 6 tretenden Wassers liegt.

[0029] Erfindungsgemäß wird im Ausführungsbeispiel die gesamte über einen bestimmten Zeitraum anfallende entwässerte Wassermenge gesammelt, bis zu einem bestimmten Maße angespeichert und dann an den Wasserkreislauf abgegeben. Im Ausführungsbeispiel wird das aus allen Druckstufen 8, 9, 10 entwässerte Wasser gesammelt, angespeichert und zurückgeführt. In anderen nicht dargestellten Ausführungsbeispielen kann auch das aus nur einer, vorzugsweise der höchste Druckstufe 8 entwässerte Wasser in dieser Weise gesammelt, angespeichert und zurück geführt werden.

[0030] Beim Abfahren, also beispielsweise wenn die Dampfkraftanlage 2 ausgeschaltet werden soll, fallen vermehrt Entwässerungen an. Dies ist auch beim Anfahren der Fall da die für den Nominalbetrieb erforderlichen Dampfparameter nur allmählich erreicht werden können. Der Wasserkreislauf muss auch beim Abfahren aufrechterhalten werden, da durch das zirkulierende Wasser den Druckstufen 8, 9, 10 die Wärme entzogen werden muss. Am Ende des Abfahrvorgangs ist die anfallende Menge an zu entwässerndem Wasser am Größten. Die Rückführung des entwässerten Wassers kann deshalb auch während des Abfahrvorgangs erfolgen, dies erfolgt jedoch so, dass am Ende des Abfahrvorgangs die gesamte Wassermenge angespeichert ist. Die Speicherbehälter sind von ihrer Größe bzw. ihrem Fassungsvermögen entsprechend konzipiert. Die Pumpen 34, 35, 36 und 7 werden entsprechend gesteuert. Insbesondere beim erneuten Anfahren muss auf diese Weise höchstens nur eine geringe Menge an neuem Deionat dem Wasserkreislauf zugeführt werden. Wasser wird so gespart und die Umwelt durch eine verringerte Abgabe an Abwasser entlastet.

[0031] Besonders vorteilhaft ist die erfindungsgemäße Anordnung und Anwendung der Wasseraufbereitungsanlage 40 im Ausführungsbeispiel, da im Ausführungsbeispiel in der höchsten Druckstufe 8 ein Durchlaufdampf-
 5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55

ger 12 stellen erhöhte Anforderungen an die Wasserqualität, die für gewöhnlich nur durch die Wasseraufbereitungsanlage 40 hergestellt und gesichert werden kann. Die im Vergleich zu den Anforderungen der Umlaufdampf-
 5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55

[0032] Die Wasseraufbereitungsanlage 40 kann insbesondere eine mechanische Reinigung und einen Kationen/Anionentauscher aufweisen. Die Wasseraufbereitungsanlage 40 bereitet das ihm zugeführte Wasser insbesondere hinsichtlich seiner chemischen Eigenschaften auf.

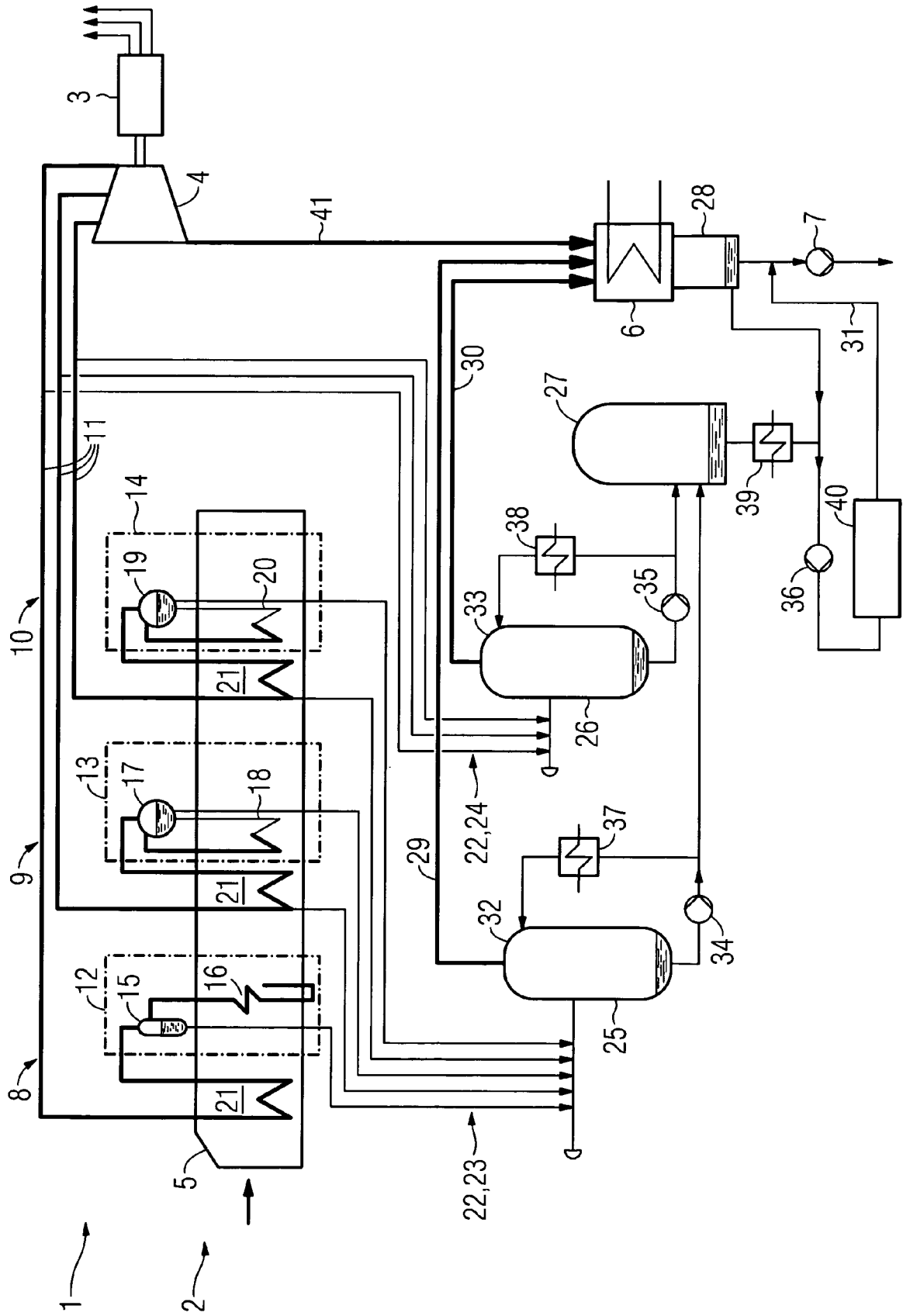
[0033] Der gesamte Wasserkreislauf, insbesondere die Sammelvorrichtung 22, die Speicherbehälter 25, 26, 27, 28 und die Rückführungsleitungen 29, 30, 31, sind gegenüber der Atmosphäre abgeschlossen, um einen unkontrollierten Lufteintrag in das entwässerte Wasser zu verhindern.

[0034] Die Merkmale des Ausführungsbeispiels können miteinander kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Dampfkraftanlage (2) mit einem Wasserkreislauf mit zumindest einer Druckstufe (8, 9, 10), einer Dampfturbine (4) und einem Kondensator (6), wobei Wasser aus der zumindest einen Druckstufe (8, 9, 10) entwässert wird, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das aus der zumindest einen Druckstufe (8, 9, 10) im wesentlichen gesamte entwässerte Wasser gesammelt und angespeichert wird und **dass** das so gesammelte und angespeicherte entwässerte Wasser im Wesentlichen vollständig dem Wasserkreislauf zurückgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckstufe (8,

- 9, 10) die höchste Druckstufe (8) des Wasserkreislaufs ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass zudem noch zumindest eine weitere niedrigere Druckstufe (9, 10) einbezogen ist. 5
 4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das entwässerte Wasser einer Flüssigwasser-Dampf-Trennung unterzogen wird. 10
 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der abgetrennte Dampf dem Kondensator (6) des Wasserkreislaufs zugeführt wird. 15
 6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das entwässerte Wasser in zumindest einem Speicherbehälter (25, 26, 27, 28) angespeichert wird. 20
 7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das während des Abfahrens der Dampfkraftanlage (2) anfallende entwässerte Wasser immer nur soweit wieder zurückgeführt wird, dass am Ende des Abfahrens die im wesentlichen vollständige entwässerbare Wassermenge angespeichert ist und die so angespeicherte Wassermenge dem Wasserkreislauf beim Anfahren wieder zugeführt wird. 25
30
35
 8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das entwässerte Wasser wenigsten zum Teil über eine Wasseraufbereitungsanlage (40) dem Wasserkreislauf zurückgeführt wird. 40
 9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teilstrom des von dem Kondensator (6) austretenden kondensierten Wassers über die Wasseraufbereitungsanlage (40) geführt wird. 45
 10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das über die Wasseraufbereitungsanlage (40) in den Wasserkreislauf zurückgeführte entwässerte Wasser vor dem Eintritt in die Wasseraufbereitungsanlage (40) mit dem aus dem Kondensator (6) kommenden Teilstrom vermischt wird. 50
55
 11. Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerks (1) zur Erzeugung von zumindest elektrischer Energie, wobei das Kraftwerk (1) eine Dampfkraftanlage (2) aufweist, mit welcher ein elektrischer Generator (3) antreibbar ist und die Dampfkraftanlage (2) mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 betrieben wird.
 12. Dampfkraftanlage (2) mit einem Wasserkreislauf mit zumindest einer Druckstufe (8, 9, 10), einer Dampfturbine (4) und einem Kondensator (6), wobei Wasser aus der zumindest einen Druckstufe (8, 9, 10) entwässert werden kann,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Sammelvorrichtung (22), zumindest ein Speicherbehälter (25, 26, 27, 28) für das gesamte aus der zumindest einen Druckstufe (8, 9, 10), entwässerte Wasser vorgesehen ist, wobei das gesamte so gesammelte und angespeicherte entwässerte Wasser in den Wasserkreislauf zurückführbar ist.
 13. Dampfkraftanlage nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Druckstufe (8, 9, 10), die höchste Druckstufe (8) ist.
 14. Dampfkraftanlage nach Anspruch 12 oder 13,
gekennzeichnet durch, zumindest eine Trenneinrichtung (32, 33) zum Trennen von Flüssigwasser und Dampf.
 15. Dampfkraftanlage nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Trenneinrichtung (32, 33) dampfseitig mit dem Eingang des Kondensators (6) über zumindest eine Rückführungsleitung (29, 30) verbunden ist.
 16. Dampfkraftanlage nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die Trenneinrichtung (32, 33) als Bestandteil des zumindest einen Speicherbehälters (25, 26, 27) ausgebildet ist.
 17. Dampfkraftanlage nach einem der Ansprüche 12 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Speicherbehälter (25, 26, 27, 28) so groß ausgebildet ist, dass er die gesamte am Ende eines Abfahrvorgangs der Dampfkraftanlage (2) anfallende entwässerte Wassermenge anspeichern kann.
 18. Dampfkraftanlage nach einem der Ansprüche 12 bis 17,
gekennzeichnet durch, zumindest eine Wasseraufbereitungsanlage (40), welche das ihr zugeführte Wasser insbesondere chemisch aufbereitet und konditioniert.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 8295

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 197 36 886 A1 (SIEMENS AG, 80333 MÜNCHEN, DE; SIEMENS AG) 4. März 1999 (1999-03-04) * Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 6, Zeile 17; Abbildung * * Zusammenfassung * -----	1-4,6, 11-14,16	F01K13/00 F01K23/10
X	EP 0 299 555 A (WASTE POWER B.V.) 18. Januar 1989 (1989-01-18) * Spalte 5, Zeile 12 - Spalte 6, Zeile 52 * * Spalte 8, Zeile 41 - Spalte 9, Zeile 37; Abbildungen 1-3,7 * * Zusammenfassung * -----	1-4,6, 11-14,16	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 018, Nr. 269 (M-1609), 23. Mai 1994 (1994-05-23) & JP 06 042703 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD), 18. Februar 1994 (1994-02-18) * Zusammenfassung * -----	1-4,6, 11-14,16	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 06, 31. Juli 1995 (1995-07-31) & JP 07 083006 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD), 28. März 1995 (1995-03-28) * Zusammenfassung *	1-4,6, 11-14,16	F01K
X	WO 97/07323 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; BRUECKNER, HERMANN; SCHMID, ERICH) 27. Februar 1997 (1997-02-27) * Seite 5, Zeile 12 - Seite 7, Zeile 30; Abbildung * * Zusammenfassung * ----- -/-	1-4,6, 11-14,16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Juni 2005	Prüfer Zerf, G
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 Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 8295

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	"THE PERFECT MATCH: COMBINED CYCLES AND DISTRICT HEATING/COOLING" POWER, HILL PUB. CO., NEW YORK, NY, US, Bd. 135, Nr. 4, 1. April 1991 (1991-04-01), Seiten 117-118,120, XP000209855 ISSN: 0032-5929 * das ganze Dokument * -----	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Juni 2005	Prüfer Zerf, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
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			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 02 8295

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.

06-06-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19736886 A1	04-03-1999	KEINE	
EP 0299555 A	18-01-1989	NL 8701573 A	01-02-1989
		EP 0299555 A1	18-01-1989
		US 4998408 A	12-03-1991
JP 06042703 A	18-02-1994	JP 2564448 B2	18-12-1996
JP 07083006 A	28-03-1995	KEINE	
WO 9707323 A	27-02-1997	WO 9707323 A1	27-02-1997

EPO FORM P0461

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