



(11) **EP 1 921 279 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.08.2017 Patentblatt 2017/35

(51) Int Cl.:
F01K 25/08 ^(2006.01) **F01K 25/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07005113.1**

(22) Anmeldetag: **13.03.2007**

(54) **Verfahren zur Nutzung der Abwärme bei Betrieb einer Turbine mit einem dampfförmigen Medium**

Method for utilising waste heat when operating a turbine with a gaseous medium

Procédé destiné à l'utilisation de la chaleur d'échappement durant le fonctionnement d'une turbine dotée d'un milieu à l'état de vapeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **29.07.2006 DE 102006035263**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.2008 Patentblatt 2008/20

(73) Patentinhaber:
• **Varlemann, Walter**
34454 Bad-Arolsen-Landau (DE)
• **Stederoth, Daniela**
34454 Bad Arolsen-Landau (DE)

(72) Erfinder:
• **Varlemann, Walter**
34454 Bad-Arolsen-Landau (DE)
• **Stederoth, Daniela**
34454 Bad Arolsen-Landau (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Walther Hinz Bayer PartGmbB**
Heimradstrasse 2
34130 Kassel (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
BE-A- 506 005 **BE-A1- 901 144**
DE-A1- 2 000 125 **DE-A1- 3 118 101**
DE-U1-202005 020 943 **US-A1- 2008 127 657**

EP 1 921 279 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Energie bei Betrieb einer Turbine mit einem dampfförmigen Medium.

[0002] Die Art des Mediums zum Betrieb einer derartigen Dampfturbine hängt im Wesentlichen davon ab, welche Temperatur für die Verdampfung des Mediums zur Verfügung steht. Im Bereich der erneuerbaren Energien verwendet man, da die Temperaturen, die zur Verdampfung des der Turbine zugeführten Mediums nicht allzu hoch sind, im Wesentlichen sogenannte Kältemittel, z. B. Ammoniak, das bereits bei einer Temperatur von ca. 65°C unter Umgebungsdruck verdampft. Zur Überführung dieses Kältemittels in einen dampfförmigen Zustand wird Wärme benötigt. Im Bereich der erneuerbaren Energien stehen Wärmequellen zur Verdampfung des Kältemittels in einem Verdampfer in den vielfältigsten Varianten zur Verfügung. So ist z. B. bekannt, im Wege der Solarthermik oder durch Brennstoffzellen eine entsprechende Wärmequelle zur Verfügung zu stellen. Schließlich entsteht allerdings auch entsprechende Energie beim Betrieb von sogenannten Biogasanlagen.

[0003] Wesentlich ist ausschließlich, dass ein entsprechender Wärmeträger zur Verfügung steht, mit Hilfe dessen durch einen Verdampfer das Kältemittel, das einer Turbine zugeführt wird, in den entsprechenden dampfförmigen Aggregatzustand bei vorgegebener Temperatur und Druck überführt werden kann.

[0004] Bei Austritt des Kältemediums aus der Turbine ist erforderlich, dass das Kältemedium heruntergekühlt wird, und zwar insbesondere so weit heruntergekühlt wird, dass das Medium in den Flüssigzustand übergeht. Dies deshalb, weil zwischen dem Eingang der Turbine und dem Ausgang der Turbine eine energetische Potentialdifferenz vorhanden sein muss. Der Wirkungsgrad der Turbine ist im Wesentlichen abhängig von der Höhe der energetischen Potentialdifferenz. Insofern sollte die Temperaturdifferenz möglichst hoch sein. Vorzugsweise wird daher das Medium, das die Turbine verlässt, so weit heruntergekühlt, dass es flüssig ist.

[0005] Zur Abkühlung des aus der Turbine austretenden dampfförmigen Mediums ist insbesondere ein Kondensator vorgesehen. Hierzu ist aus Schmidt, E., Stephan, K., Mayinger, F.: Technische Thermodynamik bekannt, bei Dampfkraftanlagen dem Wasserdampfprozess einen zweiten Prozess nachzuschalten. Hierbei wird der Wasserdampf nur bis zu Drücken von 15 bis 20 bar entspannt, führt ihm dann einen Wärmetauscher zu, wo er dann sein Kondensationsenthalpie an ein Kältemittel abgibt und verdampft.

[0006] Nach dem Stand der Technik ist es nun so, dass nach Abkühlen des Mediums zum Betrieb der Turbine eine erhebliche Menge an Flüssigkeit, meistens Wasser, erhöhter Temperatur zur Verfügung steht, wobei dieses Wasser in irgendeiner Weise wieder abgekühlt werden muss, um es entweder zur weiteren Kühlung zu verwenden oder aber weil es in dem hochoberwärmten Zustand

der Umwelt beispielsweise in einen Bach oder in einen Flusslauf nicht zurückgeführt werden kann. Das heißt, dass die Energie, die zur Kühlung des zum Betrieb der Turbine notwendigen Mediums bereitgestellt werden muss, nutzlos an die Umgebung abgegeben wird.

[0007] Aus der DE 2 000 125 A1 ist in diesem Zusammenhang bekannt, einer Kondensationsturbine einen Wärmetauscher nachzuschalten, der die bei diesem Betrieb anfallende Wärme einer Wiederverwertung als Heizmedium zuführt. Hierdurch soll eine Erwärmung des Wasser von Flüssen, das zur Kühlung herangezogen wird, vermieden werden.

[0008] Die BE 901 144 A1 zeigt eine Vorrichtung zur Umwandlung von Wärme in mechanische Energie. Dort ist zwar eine Pumpe vorgesehen, diese Pumpe dient allerdings ausschließlich dazu, im Kondensator das verflüssigte Kondensat im Kreislauf zu halten. Eine solche Pumpe, ist als Doppelkolbenpumpe ausgebildet, wobei unter Druck das aus der Turbine austretende dampfförmige Medium durch diese Pumpe zunächst verflüssigt wird.

[0009] Aus der DE 31 18 101 A1 ist Folgendes bekannt. Einer Turbine ist ein Kondensator nachgeschaltet, wobei der Kondensator über einen Kompressor mit einem Motor mit einem Wärmetauscher in Verbindung steht, wobei parallel zum Kompressor eine Verbindung zwischen dem Kondensator und dem Wärmetauscher verläuft. Der Wärmetauscher wiederum steht mit dem Verdampfer in Verbindung, der wiederum mit der Turbine verbunden ist. In dem Kondensator wird ganz ähnlich wie bei der Erfindung auch das Kältemittel verflüssigt und zwar durch ein Kühlmedium, z. B. Wasser. Dieses Wasser wird unmittelbar dem Kompressor der Wärmepumpe zugeführt, was bedeutet, dass der Wärmepumpe beim Stand der Technik das Kühlmedium, also z. B. Wasser mit einer verhältnismäßig hohen Temperatur zugeführt erhält. Um von einem hohen Temperaturniveau ausgehend eine weitere Temperaturerhöhung ΔT zu bewirken, muss bei einer Wärmepumpe der Kompressor eine höhere Leistung erbringen, als dies der Fall wäre, wenn dem Kompressor ein Kühlmedium mit niedrigerer Temperatur zur Verfügung gestellt würde, das um das gleiche ΔT wie bei dem höheren Niveau erhöht werden soll. So kann es theoretisch und praktisch vorkommen, dass die Leistung des Kompressors bei hoher Zulauftemperatur des Kühlmediums aus dem Kondensator so groß wird, dass der Leistungsbedarf des Kompressors über der von der Turbine abgegebenen Leistung liegt.

[0010] Die DE 20 2005 020 943 U1 zeigt vom prinzipiellen Aufbau her den gleichen Gegenstand wie die DE 3118101 A1.

[0011] Zur Erhöhung des Wirkungsgrades dienen bei einem Verfahren der eingangs genannten Art die Merkmale des Anspruchs 1, Hierbei ist vorgesehen, dass das Kühlmedium nach Verlassen des Kondensators, in dem das Kühlmedium, insbesondere ein Kältemittel, das das zum Betrieb der Turbine erforderliche dampfförmige Medium herunterkühlt, durch eine weitere Vorrichtung auf

ein höheres Temperaturniveau gebracht wird, wobei durch einen Wärmetauscher durch das Kühlmedium das der Turbine wiederum zugeführte Medium erwärmt wird.

[0012] Hierbei ist die weitere Vorrichtung als Wärmepumpe ausgebildet, kann aber auch ein Verdampfer sein. Nach einer Variante kann vorgesehen sein, dass durch die Wärmepumpe das Kühlmedium ein derartiges Temperaturniveau erhält, dass das der Turbine zugeführte Medium durch einen entsprechenden Wärmetauscher in den dampfförmigen Zustand überführt werden kann. Allerdings ist dann, wenn die durch die Wärmepumpe bereitgestellte Energie des Kühlmediums nicht ausreichend ist, um eine solche Verdampfung des der Turbine zugeführten Mediums zu erreichen, eine weitere Stufe vorgesehen ist, in der schlussendlich durch einen weiteren Wärmetauscher in Form eines Verdampfers das der Turbine zugeführte Medium verdampft wird.

[0013] Wie bereits an anderer Stelle erläutert, wird für den oben beschriebenen thermodynamischen Prozess insbesondere ein Kältemittel verwandt, das einen relativ niedrigen Dampfdruck hat, wie z. B. Ammoniak. Insofern sind bereits niedrige Temperaturen von Abwasser in der Lage, ein solches Kältemittel bei vorgegebenem Druck in den dampfförmigen Zustand zu überführen.

[0014] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend beispielhaft näher erläutert.

[0015] Mit 1 ist ein Verdampfer bezeichnet, dem als Wärmequelle z. B. warmes Wasser zugeführt wird, mit welchem ein Kältemittel in den dampfförmigen Zustand überführt wird. Dieses dampfförmige Kältemittel wird dann der mit 2 bezeichneten Turbine zugeführt, von wo aus dieses Kältemittel in einen Kondensator 3 strömt. Der als Kondensator ausgebildete Wärmetauscher 3 sorgt für eine Verflüssigung des Kältemittels, wobei die Verflüssigung des Kältemittels beispielsweise durch Wasser geringer Temperatur erfolgt, das dem Wärmetauscher zugeführt wird. Durch die Verflüssigung des Kältemittels erwärmt sich das als Kühlmedium dem Kondensator zugeführte Wasser, wobei dieses Wasser dann einem Verdampfer (4) einer Wärmepumpe zugeführt wird, wonach das hierbei erwärmte Wasser wiederum einem Wärmetauscher 5 zugeführt wird, der das Kältemittel aus dem Kondensator 3 auf ein höheres Temperaturniveau überführt. Ist die Temperaturerhöhung des Kältemittels in dem Wärmetauscher 5 derart, dass das Kältemittel nach Verlassen des Wärmetauschers 5 flüssig ist, dann ist vorgesehen, das Kältemittel in den Verdampfer 1 zu überführen, von wo es aus dann in den dampfförmigen Zustand überführt wird. Ist das Temperaturniveau des Kühlmediums nach der Wärmepumpe hingegen derart, dass das Kältemittel im Wärmetauscher 5 in den dampfförmigen Zustand überführt werden kann, der Wärmetauscher 5 somit als Verdampfer ausgebildet ist, dann kann vom Grundsatz her der Verdampfer 1 entfallen, da dann das Medium unmittelbar der Turbine 2 zugeführt werden kann.

[0016] Insbesondere dann, wenn als Wärmequelle genügend warmes Wasser zur Verfügung steht, besteht die

Möglichkeit, dem Kreislauf einen weiteren Wärmetauscher 6 hinzuzufügen, um nämlich das Wasser nach Verlassen des Kondensators 3 und vor Eintritt in die Wärmepumpe 4 auf ein höheres Temperaturniveau zu überführen.

[0017] Hieraus wird deutlich, dass durch den Einsatz einer Wärmepumpe die Restwärme, die bei der Abkühlung des aus der Turbine austretenden Kältemittels entsteht, benutzt werden kann, um das Kältemittel vor der Zuführung in die Turbine auf ein höheres energetisches Potential zu überführen, so dass auch schlussendlich die Abwärme, die bei der Verflüssigung oder Abkühlung des Kältemittels entsteht, nutzbar gemacht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Rückgewinnung von Energie bei Betrieb einer Turbine (2) mit einem dampfförmigen Kältemittel, wobei der Turbine (2) ein Kondensator (3) zur Abkühlung des dampfförmigen Kältemittels durch ein Kühlmedium nachgeschaltet ist, wobei das Kühlmedium aus dem Kondensator (3) einen Wärmetauscher (6) zugeführt wird und Wärme aufnimmt, wobei das Kühlmedium aus dem Wärmetauscher (6) einem Verdampfer (4) einer Wärmepumpe zugeführt wird und dort Wärme abgibt, wobei das Kühlmedium aus dem Verdampfer (4) der Wärmepumpe als Kühlmedium dem Kondensator (3) zugeführt wird, wobei durch den Verdampfer (4) der Wärmepumpe ein weiteres Kühlmedium aus einem Wärmetauscher (5) auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird, wobei durch den Wärmetauscher (5) durch das weitere Kühlmedium das der Turbine (2) zugeführte Kältemittel erwärmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das aus dem Wärmetauscher (5) austretende, der Turbine zuzuführende Kältemittel durch einen weiteren Wärmetauscher (1) verdampft wird.

Claims

1. A method for reclaiming energy when operating a turbine (2) with a vaporous refrigerant, wherein a condenser (3) is connected downstream of the turbine (2) for cooling the vaporous refrigerant using a cooling medium, wherein the cooling medium is supplied from the condenser (3) to a heat exchanger (6) and absorbs heat, wherein the cooling medium is supplied from the heat exchanger (6) to an evaporator (4) of a heat pump where it gives off heat, wherein the cooling medium is supplied as a cooling medium from the evaporator (4) of the heat pump to the condenser (3), wherein an additional cooling medium from a heat exchanger (5) is brought to a higher

temperature level by the evaporator (4) of the heat pump, wherein the refrigerant supplied to the turbine (2) is heated up by the heat exchanger (5) by way of the additional cooling medium.

5

2. The method according to claim 1,
characterized in that
 the refrigerant exiting the heat exchanger (5) and to be supplied to the turbine is evaporated by an additional heat exchanger (1).

10

Revendications

1. Procédé de récupération d'énergie pendant le fonctionnement d'une turbine (2) avec un fluide frigorigène sous forme de vapeur, où un condensateur (3) est connecté en aval de la turbine (2) pour refroidir le fluide frigorigène sous forme de vapeur au moyen d'un fluide de refroidissement, où le fluide de refroidissement est amené à un échangeur de chaleur (6) à partir du condensateur (3) et absorbe de la chaleur, où le fluide de refroidissement est amené à un évaporateur (4) d'une pompe de chaleur à partir de l'échangeur de chaleur (6) et y dégage de la chaleur, où le fluide de refroidissement est amené au condensateur (3) en tant que fluide de refroidissement à partir de l'évaporateur (4) de la pompe de chaleur, où un fluide de refroidissement supplémentaire d'un échangeur de chaleur (5) est chauffé par l'évaporateur (4) de la pompe de chaleur jusqu'à un niveau de température plus élevé, où le fluide frigorigène amené à la turbine (2) est chauffé par l'échangeur de chaleur (5) par l'intermédiaire du fluide de refroidissement supplémentaire.
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
 le fluide frigorigène sortant de l'échangeur de chaleur (5) et destiné à être fourni à la turbine est évaporé par un échangeur de chaleur supplémentaire (1).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

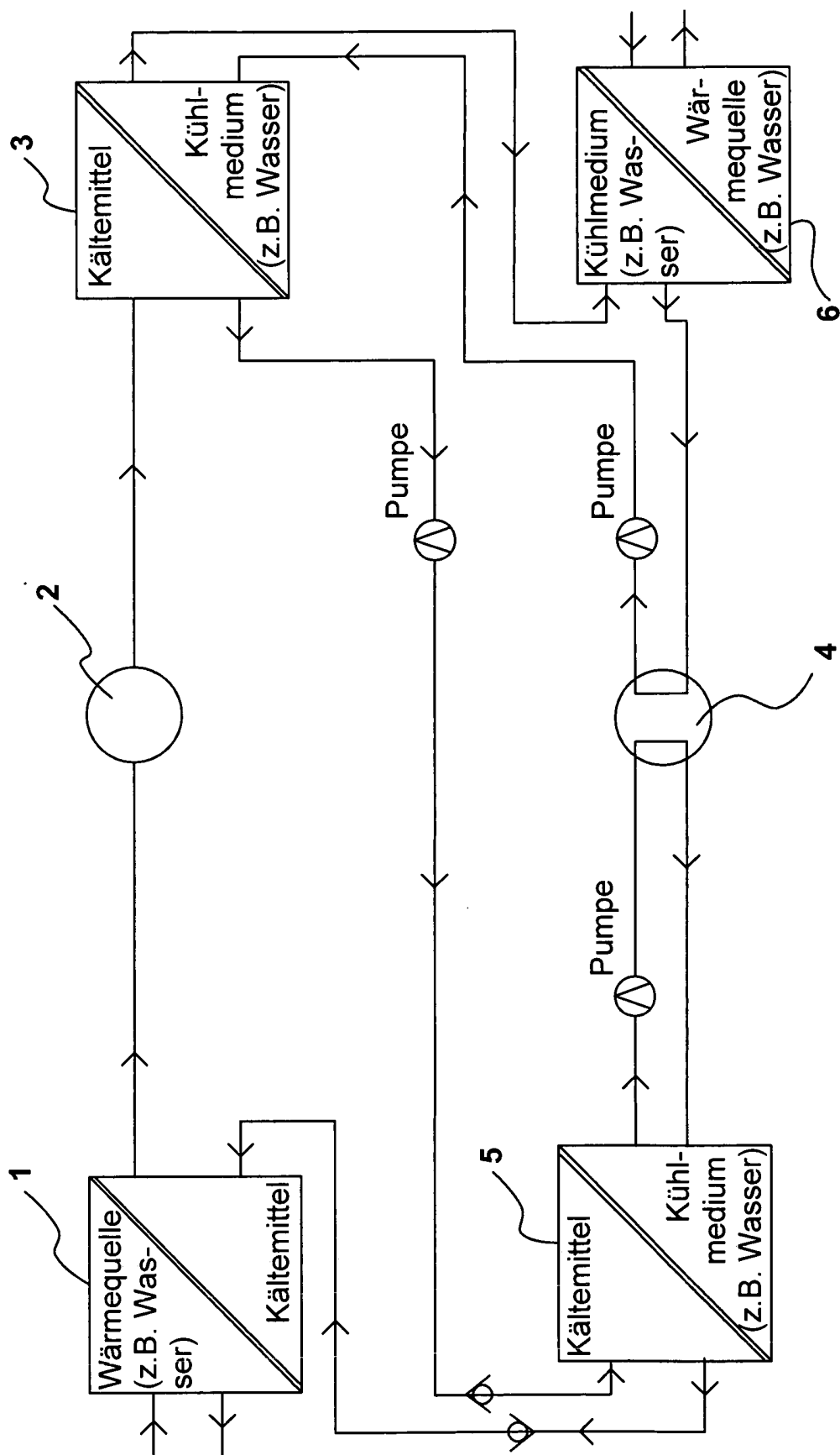


Fig. 1

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 2000125 A1 [0007]
- BE 901144 A1 [0008]
- DE 3118101 A1 [0009] [0010]
- DE 202005020943 U1 [0010]