

(19)



(11)

EP 3 015 660 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.05.2016 Patentblatt 2016/18

(51) Int Cl.:
F01K 9/00 (2006.01) F01K 25/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14191245.1**

(22) Anmeldetag: **31.10.2014**

(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

- **Gewald, Daniela**
83026 Rosenheim (DE)
- **Langer, Roy**
81371 München (DE)
- **Springer, Jens-Patrick**
81371 München (DE)
- **Restrepo, Nicolas**
81371 München (DE)

(71) Anmelder: **Orcan Energy AG**
81379 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Aumann, Richard**
80796 München (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB**
Leopoldstraße 4
80802 München (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES THERMODYNAMISCHEN KREISPROZESSES**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses, insbesondere eines ORC-Prozesses, umfassend: eine Speisepumpe zum Fördern von flüssigem Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer; den Verdampfer zum Verdampfen und optional zusätzlichen Überhitzen des Arbeitsmediums unter Zuführung von Wärme; eine Expansionsmaschine zum Erzeugen von

mechanischer Energie durch Entspannen des verdampften Arbeitsmediums; und wenigstens zwei zwischen der Expansionsmaschine und der Speisepumpe parallel angeschlossene Kondensatoren zum Kondensieren und optional zusätzlichen Unterkühlen des entspannten Arbeitsmediums. Weiterhin betrifft die Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses.

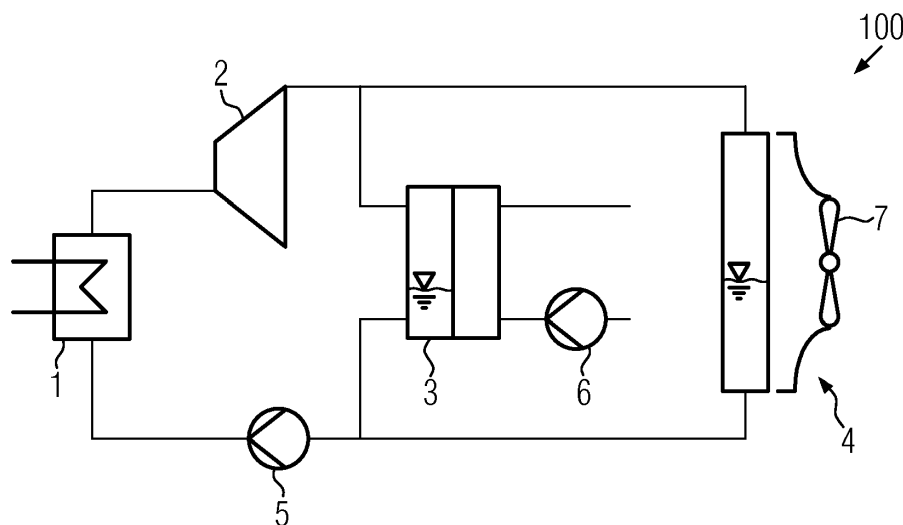


FIG. 1

EP 3 015 660 A1

Beschreibung**Gebiet der Erfindung**

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses, insbesondere eines ORC-Prozesses.

Stand der Technik

- 10 **[0002]** Ein beispielhaftes System zur Gewinnung von elektrischer Energie aus Wärmeenergie besteht aus den folgenden Hauptkomponenten: eine Speisepumpe, die flüssiges Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer fördert, dem Verdampfer selbst, in dem das Arbeitsmedium unter Zuführung von Wärme vorgewärmt, verdampft und optional zusätzlich überhitzt wird, eine Expansionsmaschine, in welcher das unter hohem Druck stehende verdampfte Arbeitsmedium entspannt wird und dabei mechanische Energie erzeugt, welche beispielsweise über einen Generator
- 15 in elektrische Energie gewandelt werden kann, und einem Kondensator, in dem der Niederdruckdampf (entspanntes Arbeitsmedium) aus der Expansionsmaschine enthitzt und verflüssigt wird. Aus dem Kondensator gelangt das flüssige Arbeitsmedium wieder zur Speisepumpe des Systems, wodurch der thermodynamische Kreislauf geschlossen ist. Im Falle, dass das Arbeitsmedium ein organisches Arbeitsmedium ist, handelt es sich um einen Organic Rankine Cycle als thermodynamischen Kreisprozess (ORC System).
- 20 **[0003]** Zur Vermeidung von Kavitation in der Speisepumpe wird das flüssige Arbeitsmedium unterkühlt, also auf eine Temperatur gekühlt, die unterhalb der Kondensationstemperatur (gleichbedeutend mit der Siedetemperatur) bei dem Kondensationsdruck ist. Auf diese Weise wird der für die Pumpe notwendige NPSH Wert (Net Positive Suction Head, Netto-Vorlaufhöhe) erzielt.
- 25 **[0004]** Es gibt prinzipiell zwei Möglichkeiten den Kondensator eines thermodynamischen Kreisprozesses (im speziellen einer ORC-Anlage) auszuführen. Zum einen kann die Kondensation des Arbeitsmediums gegen Flüssigkeit (z.B. Wasser) erfolgen oder die Kondensation kann zum anderen gegen Luft geschehen. Kondensation gegen Wasser bietet den Vorteil, dass die Kondensationswärme in einen Heizkreis eingespeist werden kann und so den Wärmeabnehmern (z.B. einem Stall, einer Gebäudeheizung, einem Fermenter, etc.) zur Verfügung steht. Sind keine Wärmeabnehmer vorhanden ist nur eine Kondensation gegen Luft möglich, jedoch geht hierbei der Eigenbedarf eines Lüfters zu Lasten des elektrischen Wirkungsgrades.
- 30 **[0005]** Es gibt auch Anwendungsfälle, bei denen eine Wärmeabnahme nur für eine begrenzte Zeit im Jahr gewünscht ist. Soll die Wärmenutzung und die Stromerzeugung durch den ORC dennoch ermöglicht werden, muss in der Zeit des Jahres, in der keine Wärmenutzung stattfindet, die überschüssige Wärme z.B. über den Notkühler eines Blockheizkraftwerks abgegeben werden. Dies ist jedoch mit einem hohen Stromverbrauch und dadurch mit erhöhten Kosten verbunden.
- 35 **[0006]** Man kann (gemäß internem nicht veröffentlichtem Stand der Technik der Anmelderin) prinzipiell zwei Kondensatoren zusammenschalten, um beide Betriebsarten (Kühlung gegen Luft und Kühlung gegen eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser) zu ermöglichen. Jedoch bestehen die Schwierigkeiten hierbei darin, die Aufteilung der Massenströme des Arbeitsmediums in den jeweiligen Kondensatoren und somit die Wärmeabgabe zu regeln. Ziel ist es, eine möglichst große bzw. definierte nutzbare Wärmemenge in einem Kondensator, der in einen Heizkreislauf eingebunden ist, zu ermöglichen.
- 40 **[0007]** Zur Regelung der Massenströme könnten mechanische Armaturen wie beispielsweise Absperrventile verwendet werden. Dies beinhaltet jedoch die Problematik, dass in beiden Kondensatoren unterschiedliche Druckniveaus vorliegen. Dadurch kann es zur Rückströmung von kondensiertem Fluid in den Kondensator mit dem niedrigeren Druck kommen, bis hin zum Volllaufen dieses Kondensators. Durch die einzubauenden Ventile wird allerdings die Komplexität
- 45 der Anlage sowie die Fehleranfälligkeit erhöht, da für die richtigen Betriebsarten die richtigen Ventilstellungen eingehalten werden müssen.

Beschreibung der Erfindung

- 50 **[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zumindest teilweise zu überwinden.
- [0009]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1.
- [0010]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses, insbesondere eines ORC-Prozesses, umfasst: eine Speisepumpe zum Fördern von flüssigem Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer; den Verdampfer zum Vorwärmen, Verdampfen und optional zusätzlichen Überhitzen des Arbeitsmediums unter Zuführung von Wärme; eine Expansionsmaschine zum Erzeugen von mechanischer Energie durch Entspannen des verdampften Arbeitsmediums; und wenigstens zwei zwischen der Expansionsmaschine und der Speisepumpe parallel angeschlossene Kondensatoren zum Enthitzen, Kondensieren und optional zusätzlichen Unterkühlen des entspannten Arbeitsmediums. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise in einem Heizkreislauf, der über einen der
- 55

Kondensatoren mit Wärme versorgt werden kann, nicht benötigte Wärme über den bzw. die anderen Kondensator(en) abgeführt werden kann. Andererseits können auch zwei Kondensatoren auf verschiedenen Temperaturniveaus betrieben werden, um beispielsweise verschiedene Heizkreisläufe mit Wärme zu versorgen. Auf diese Weise kann die Wärmeverteilung flexibel reguliert werden.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann dahingehend weitergebildet werden, dass die wenigstens zwei Kondensatoren einen Flüssigkeitskondensator und einen Luftkondensator umfassen. Mit Flüssigkeitskondensator ist gemeint, dass eine Flüssigkeit durch den Kondensator strömt, die von dem ebenfalls durch den Kondensator strömenden Arbeitsmedium Wärme aufnehmen kann. Dagegen ist im Falle eines Luftkondensators die Luft, die durch den Kondensator (oder entlang dessen Kontaktflächen) strömt, das wärmeaufnehmende Fluid.

[0012] Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass der Flüssigkeitskondensator in einem Flüssigkeitskreislauf, insbesondere einem Heizkreislauf, mit einer Pumpe vorgesehen ist und/oder wobei der Luftkondensator einen Ventilator umfasst. Mit der Pumpe und/oder dem Ventilator kann eine Wärmeabnahme in den Flüssigkeitskreislauf geregelt, insbesondere zu- oder abgeschaltet werden und mit dem Ventilator kann eine Kühlung des Arbeitsmediums gegen Luft geregelt, insbesondere zu- oder abgeschaltet werden.

[0013] Gemäß einer anderen Weiterbildung können der Ventilator und/oder die Pumpe regelbar sein, insbesondere die Drehzahl des Ventilators bzw. der durch die Pumpe geförderte Massenstrom der Flüssigkeit. Der Massenstrom, der durch die Pumpe gefördert wird, kann beispielsweise über eine Drehzahlregelung der Pumpe erfolgen oder über ein Strangreguliertventil.

[0014] Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass jeder Kondensator über einen Siphon mit der Speisepumpe verbunden sein kann, wobei durch den Scheitelpunkt des Siphons eine Mindest-Füllhöhe des kondensierten Arbeitsmediums in dem Kondensator festgelegt wird. Mit Hilfe eines Siphons in der Kondensatorleitung ist der Flüssigkeitsspiegel im Kondensator immer so hoch wie die Höhe des Siphons. Dadurch wird auch eine definierte Mindest-Unterkühlung sichergestellt.

[0015] Gemäß einer anderen Weiterbildung kann weiterhin zwischen den Kondensatoren und der Speisepumpe ein druckdichter Behälter vorgesehen sein. Ein Behälter zwischen den Kondensatoren und der Pumpe stellt sicher, dass immer flüssiges Arbeitsmedium zur Pumpe strömt. Kommt es zu Betriebszuständen, in denen einer der Kondensatoren leer läuft und somit gasförmiges Arbeitsmedium in Richtung Pumpe strömt, wird dieses im Behälter abgeschieden. Auch mit dem flüssigen Arbeitsmedium strömende Gasblasen, die an der Speisepumpe (Teil-) Kavitation verursachen könnten, werden im Behälter abgeschieden. Wenn der Behälter nicht komplett gefüllt ist und sich ein Flüssigkeitsspiegel einstellt, strebt das Arbeitsmedium im Behälter einen gesättigten Zustand an. Hieraus resultieren zwei mögliche Fälle: Ist das Arbeitsmedium kälter als die Umgebung, verdampft es und es stellt sich ein Gleichgewichtszustand zwischen flüssiger Phase und dampfförmiger Phase ein. Ist das Arbeitsmedium im Behälter jedoch wärmer als die Umgebungstemperatur, wird Wärme an die Umgebung abgegeben und es findet eine Kondensation im Behälter statt. Dies führt dazu, dass der Flüssigkeitsspiegel steigt, bis hin zum Volllaufen des Behälters. Indem im Behälter ein zusätzlicher Partialdruck auf den Flüssigkeitsspiegel aufgeprägt wird, z.B. mittels eines nicht-kondensierenden Gases, kann eine ausreichende Unterkühlung (Abstand zwischen Siedetemperatur und tatsächlicher Temperatur) sichergestellt und die Kondensation im Behälter verhindert werden. Mit anderen Worten gesagt wird durch ein solches Gas eine ausreichende Vorlaufhöhe für die Speisepumpe bereitgestellt.

[0016] Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass für jeden der parallel angeschlossenen Kondensatoren ein Rückschlagventil zwischen dem jeweiligen Kondensator und der Speisepumpe und/oder zwischen der Expansionsmaschine und dem jeweiligen Kondensator vorgesehen ist, wobei jedes Rückschlagventil nur ein Strömen in Richtung der Speisepumpe zulässt. Auf diese Weise kann ein unerwünschter Naturumlauf zwischen den Kondensatoren verhindert werden.

[0017] Gemäß einer anderen Weiterbildung kann die Vorrichtung weiterhin umfassen: einen Temperatursensor zum Messen der Temperatur eines Flüssigkeits-/Heizkreis-Rücklaufs, und/oder einen Temperatursensor zum Messen der Temperatur eines Flüssigkeits-/Heizkreis-Vorlaufs und/oder einen Temperatursensor zum Messen der Umgebungstemperatur; und eine Steuervorrichtung zum Einstellen einer Drehzahl des Ventilators und/oder zum Einstellen eines durch die Pumpe geförderten Massenstroms der Flüssigkeit basierend auf der gemessenen Temperatur bzw. den gemessenen Temperaturen, insbesondere zum Begrenzen der Rücklauftemperatur auf einen maximalen Wert und/oder zum Einstellen einer konstanten Vorlauftemperatur. Damit kann z.B. vermieden werden, dass sich Notkühlaggregate in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zuschalten, wenn die Rücklauftemperatur zum BHKW zu hoch wird. Andererseits können beispielsweise Heiznetze bedient werden, die eine gleichbleibende Vorlauftemperatur bei unterschiedlichen Wärmebedarfen benötigen.

[0018] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 9.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses, insbesondere eines ORC-Prozesses, umfasst während eines Normalbetriebs die folgenden Schritte: Fördern von flüssigem Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer mit einer Speisepumpe; Vorwärmen, Verdampfen und optional zusätzliches Überhitzen des Arbeitsmediums unter Zuführung von Wärme in dem Verdampfer; Entspannen des ver-

dampfenden Arbeitsmediums in einer Expansionsmaschine; Enthitzen, Kondensieren und optional zusätzliches Unterkühlen des entspannten Arbeitsmediums mit wenigstens zwei zwischen der Expansionsmaschine und der Speisepumpe parallel angeschlossenen Kondensatoren.

[0020] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und dessen Weiterbildungen entsprechen - wenn nicht anders angegeben - jenen der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann ein Massenstrom des entspannten Arbeitsmediums von der Expansionsmaschine selbstregulierend durch ein sich zwischen den Kondensatoren einstellendes Druckgleichgewicht in Massenströme des entspannten Arbeitsmediums in die jeweiligen Kondensatoren aufgeteilt werden.

[0022] Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass die wenigstens zwei Kondensatoren einen Luftkondensator mit einem Ventilator und/oder einen Flüssigkeitskondensator in einem Flüssigkeitskreislauf mit einer Pumpe umfasst, und wobei das Verfahren den folgenden weiteren Schritt aufweist: Einstellen einer Drehzahl des Ventilators und/oder Einstellen eines durch die Pumpe geförderten Massenstroms der Flüssigkeit. Durch Einstellen der Drehzahl des Ventilators und/oder des durch die Pumpe geförderten Massenstroms kann eine gleitende Regelung der Kondensationsanteile im Luftkondensator bzw. im Flüssigkeitskondensator erfolgen, wobei im Speziellen durch Abschalten des Ventilators geringe oder keine Kondensation des Arbeitsmediums im Luftkondensator erfolgt, vorzugsweise bei laufender Pumpe, oder wobei durch Abschalten der Pumpe geringe oder keine Kondensation im Flüssigkeitskondensator erfolgt, vorzugsweise bei laufendem Ventilator. Auf diese Weise kann beispielsweise ein Lastwechsel zwischen den beteiligten Kondensatoren erfolgen.

[0023] Gemäß einer anderen Weiterbildung können während eines vor dem Normalbetrieb durchgeführten Anfahrbetriebs die folgenden weiteren Schritte durchgeführt werden: Bereitstellen einer ausreichenden Vorlaufhöhe von flüssigem Arbeitsmedium vor der Speisepumpe, um Kavitation in der Speisepumpe zu vermeiden; Starten des thermodynamischen Kreisprozesses mit dem Kondensator, in dem der niedrigste Kondensationsdruck vorliegt; und Zuschalten der weiteren Kondensatoren in der Reihenfolge nach größer werdendem Kondensationsdruck. Daher wird zu Beginn des Startprozesses eine Mindestvorlaufhöhe $NPSH_r$ sichergestellt. Weiterhin wird ein Start ohne Kavitation an der Speisepumpe sichergestellt, da der Druck vor der Pumpe während des Startprozesses monoton ansteigt.

[0024] Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass der Schritt des Startens mit laufendem Ventilator des Luftkondensators und abgestellter Pumpe des Flüssigkeitskreislaufs erfolgt, und wobei der Schritt des Zuschaltens des Flüssigkeitskondensators durch Einschalten oder Erhöhung des geförderten Massenstroms der Pumpe erfolgt.

[0025] Die genannten Weiterbildungen können einzeln eingesetzt oder wie beansprucht geeignet miteinander kombiniert werden.

[0026] Weitere Merkmale und beispielhafte Ausführungsformen sowie Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es versteht sich, dass die Ausführungsformen nicht den Bereich der vorliegenden Erfindung erschöpfen. Es versteht sich weiterhin, dass einige oder sämtliche der im Weiteren beschriebenen Merkmale auch auf andere Weise miteinander kombiniert werden können.

Zeichnungen

[0027]

- Fig. 1 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 2 zeigt den Verlauf der Kondensattemperatur beim Startvorgang.
- Fig. 3 zeigt die Füllhöhe im Luft- und im Heizkondensator.
- Fig. 4 zeigt Höhenverhältnisse und Füllstände der Kondensatoren.
- Fig. 5 veranschaulicht die Veränderung der im Heizkondensator ausgekoppelten Wärmemenge ohne Regelung der Heizwasser-Umwälzpumpe und damit die Veränderung der Vorlauftemperatur im Heizwasser.
- Fig. 6 veranschaulicht die Veränderung der im Heizkondensator ausgekoppelten Wärmemenge bei gleichzeitig gleicher Vorlauftemperatur im Heizwasser mit Regelung der Heizwasser-Umwälzpumpe.
- Fig. 7 zeigt weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung, insbesondere mit einem Siphon (Fig. 7a), und/oder einem Behälter (Fig. 7b), und/oder mit Rückschlag-Ventilen (Fig. 7c).
- Fig. 8 zeigt die Ausbildung eines Naturumlaufs bei Beheizung des nicht genutzten Kondensators 3.

Ausführungsformen

[0028] Beim Betrieb eines ORC-Systems mit zwei parallelen Kondensatoren gibt es verschiedene Betriebszustände, für die jeweils bestimmte Betriebsparameter sicher zu stellen sind. Die zu betrachtenden Betriebszustände sind: Anfahren, Stationärer Betrieb, Lastwechsel zwischen Heizkondensator- und Luftkondensator-Betrieb, und Parallelbetrieb von Heizkondensator und Luftkondensator.

[0029] Die sicherzustellenden Betriebsparameter sind: Geeignete Fluidverteilung jeweils für die Lastfälle 100 % Luftkondensator-Betrieb, 100 % Heizkondensator-Betrieb und Parallelbetrieb, sowie eine ausreichende Vorlaufhöhe für die Speisepumpe in den verschiedenen Betriebsmodi.

[0030] In der einfachsten Ausführungsform des ORC-Systems können die notwendigen Betriebsparameter in allen verschiedenen Betriebsmodi über regelungstechnische Verfahren sowie eine geeignete Anordnung von Komponenten und eine entsprechende Füllmenge mit Arbeitsmedium erreicht werden. Zusätzliche Komponenten, wie Ventile, etc. sind nicht erforderlich. Im Folgenden werden die Vorrichtungen und Verfahren beschrieben, mit denen die Betriebsparameter in der einfachsten Ausführungsform eingehalten werden können.

[0031] Fig. 1 zeigt vereinfacht die Standardverschaltung der Anlage. Das flüssige Arbeitsmedium wird im Wärmeübertrager (Verdampfer) 1 unter Wärmezufuhr vorgewärmt, verdampft und anschließend in einer Expansionsmaschine 2 (z.B. Schraubenexpander, Turbine) entspannt. Stromabwärts der Expansionsmaschine findet die Aufteilung des Arbeitsmedienmassenstromes auf den Flüssigkeitskondensator (Heizkondensator) 3 und den Luftkondensator 4 (mit einem Ventilator 7) statt. Bei der Verflüssigung des Arbeitsmediums im Heizkondensator wird Wärme vom Arbeitsmedium an das Heizwassernetz abgegeben, wobei das Heizwasser über eine Pumpe 6 umgewälzt wird. Der Kreislauf wird geschlossen, indem eine Speisepumpe 5 den Druck des Arbeitsmediums auf den Verdampfungsdruck erhöht und es erneut in den Verdampfer 1 fördert. In der Verschaltung wird der Fluss des Arbeitsmediums bzw. die Verteilung des Arbeitsmediums nicht über Ventile geregelt, sondern erfolgt rein thermisch getrieben.

1. Anfahren

[0032] Wichtig für den Betrieb einer ORC-Anlage mit zwei Kondensatoren ist die Sicherstellung eines zuverlässigen Anlagenstarts. Um einen sicheren Start ohne Kavitation an der Speisepumpe sicherzustellen ist es erforderlich, den Druck vor der Pumpe während des Startprozesses monoton ansteigen zu lassen, zudem muss zu Beginn des Startprozesses eine Mindestvorlaufhöhe $NPSH_r$ sichergestellt werden.

[0033] Bei abgestellter, kalter Anlage stellt sich ein niedriger Kondensationsdruck mit niedriger Kondensationstemperatur ein. Selbst bei warmem Heizkondensator wird der Kondensationsdruck aufgrund der Wärmeabgabe an die Umgebung über den Luftkondensator den Sättigungsdruck bei Umgebungstemperatur einnehmen. Während des Anfahrprozesses steigt nun der Kondensationsdruck, womit auch die Kondensationstemperatur steigt. Würde der Druck nun absinken, läge vor der Pumpe erwärmtes Arbeitsmedium mit niedrigerem Druck vor. Somit sinkt die vorliegende Unterkühlung des Arbeitsmediums ab, wodurch Kavitation in der Pumpe entstehen kann. Es muss folglich sichergestellt sein, dass während des Startvorgangs immer eine ausreichende Unterkühlung vorherrscht. Dies kann durch zwei Wege erreicht werden. Zum einen muss über die Füllhöhe und Fluidverteilung in den Kondensatoren eine Unterkühlung sichergestellt werden, die Druckschwankung ohne Gefahr von Kavitation zulässt. Zum anderen kann über die Regelung sichergestellt werden, dass während des Startprozesses der Kondensationsdruck monoton ansteigt. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Anlage im Luftkondensator-Betrieb gestartet wird. Somit beginnt die Anlage ihren Betrieb mit niedrigem Druck. Anschließend geht die Anlage fließend in den Heizkondensator-Betrieb über. Wenn die Temperatur des Heizkondensators höher als die Umgebungstemperatur ist (was nahezu immer zutreffend ist), wird der Kondensationsdruck langsam monoton ansteigen.

Tabelle 1 (Startprozess):

Phase	HeizKondensator	LuftKondensator	Kondensationsdruck	Aufenthaltort Arbeitsmedium
1. Anlage abgestellt	warm, da durch Heizwasser auf Temperatur	kalt, da durch Umgebungsluft abgekühlt	niedrig (Sättigung bei Umgebungstemperatur)	im Luftkondensator
2. Anlagenstart (Beginn)	warm	kalt, wird wärmer	steigt	weiterhin im Luftkondensator, da Heizkondensator-Temp. noch höher als Kondensationstemperatur, welche durch Luftkondensator definiert ist
3. Anlagenstart (fortgeschritten)	warm	warm	weiter angestiegen	je nach Gleichgewichtszustand in Luftkondensator und Heizkondensator aufgeteilt
4. Anlagenstart (abgeschlossen)	warm	wärmer als Heizkondensator	hoch	Arbeitsmedium hauptsächlich im Heizkondensator

[0034] Tabelle 1 zeigt den Ablauf des Startvorgangs. In der Phase 1 ist die Anlage abgestellt. Die Kondensattemperatur und damit der Kondensationsdruck sind niedrig (siehe Fig. 2). Die Kondensattemperatur T_{kond} ist gleich der Temperatur der Umgebungsluft T_L . In Phase zwei wird die Anlage gestartet, der Kondensationsdruck steigt langsam an. Es beginnt sich Fluid in den Heizkondensator zu verschieben (siehe Fig. 3). Die Füllhöhe L_{HK} im Heizkondensator steigt. Die Kondensattemperatur steigt bis auf die Temperatur T_{VL} des Vorlaufs im Heizkreis. Ab der Kondensattemperatur, die eine Kondensation im Heizkondensator ermöglicht (Phase 3) wird maßgeblich im Heizkondensator kondensiert. Die Füllhöhe L_{LK} im Luftkondensator reduziert sich in dieser Phase. Die Kondensattemperatur nähert sich der Temperatur T_{RL} des Rücklaufs im Heizkreis an. In Phase 4 ist der Start abgeschlossen und ein reiner Heizkondensator-Betrieb aktiv.

2. Stationärer Betrieb

[0035] Im stationären Betrieb wird das Arbeitsmedium immer in den kälteren Kondensator strömen, da dort geringerer Druck herrscht. Durch das selbstregelnde System ist der kältere Kondensator der, in dem auch kondensiert werden soll. Im Luftkondensator-Betrieb wird der Luftkondensator mit kalter Außenluft durchströmt, während der Heizkondensator im stationären Zustand die Temperatur des Abdampfs einnimmt. Dadurch stellt sich im Luftkondensator ein geringerer Druck ein und das Fluid (Arbeitsmedium) strömt zur Kondensation durch den Luftkondensator. Die Kondensationswärme wird an die Umgebungsluft abgegeben. Im Heizkondensator-Betrieb wird der Heizkondensator mit dem Rücklauf des Heizungswassers durchströmt. Dieses ist kälter als die Abdampf Temperatur. Da der Luftkondensator bei ausgeschalteten Ventilatoren eine Temperatur (wärmeverlustbedingt nur) nahe der Temperatur des Abdampfes annimmt, erfolgt die Kondensation im kälteren Heizkondensator.

100 % Heizkondensator- oder 100 % Luftkondensator-Betrieb:

[0036] Die 100 % Betriebsfälle werden jeweils durch Abschalten oder Leistungsreduzierung der Ventilatoren, bzw. der Heizwasser-Umwälzpumpe erreicht, so dass in einem der Kondensatoren keine Wärme mehr abgeführt werden kann. Da die Kondensatoren auf Seite des Arbeitsmediums nicht durch Ventile voneinander getrennt sind, strömt immer ein kleiner Teil des Abdampfs durch den nicht benötigten Kondensator und wird durch natürliche Konvektion bzw. Wärmeleitung abgekühlt.

[0037] Die ausreichende Vorlaufhöhe des Arbeitsmediums vor der Speisepumpe wird durch die Füllmenge und die geodätische Höhe der Flüssigkeitssäule über der Pumpe eingestellt. Die geometrischen Verhältnisse zwischen Heizkondensator und Luftkondensator werden dabei so gewählt, dass bei gleicher Füllmenge und Betrieb von jeweils einem Kondensator so viel Arbeitsmedium im Kondensator steht, dass eine ausreichende Unterkühlung erreicht wird. Auf die benötigte Vorlaufhöhe im Parallelbetrieb beider Kondensatoren wird im folgenden Abschnitt näher eingegangen.

Selbststabilisierendes Verfahren:

[0038] Das hier beschriebene Verfahren stabilisiert sich selbst. Das heißt, dass immer der Kondensator mit der größeren Wärmeabgabe auch den höchsten Füllstand hat. Dies liegt an der strömungstechnischen Verteilung der Fluide. Es gibt immer einen Gleichgewichtszustand, bei dem es keine Druckunterschiede zwischen den beiden Kondensatoren gibt. Der dafür zu betrachtende Gesamtdruck p_{ges} setzt sich aus dem jeweils vorherrschenden Kondensationsdruck p_{kond} und dem sich über den Füllstand Δh einstellenden geodätischen Druck Δp_{geod} zusammen.

$$\Delta p_{\text{geod}} = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$p_{\text{ges}} = p_{\text{kond}} + \Delta p_{\text{geod}}$$

[0039] Wenn beispielhaft angenommen wird, dass in Kondensator b mehr Wärme abgegeben wird als in Kondensator a, dann gilt hinsichtlich der Prozessparameter folgende Tabelle (zur Veranschaulichung siehe Fig. 4):

Tabelle 2 (Prozessparameter in Fig. 4):

Position	Parameter	
1	V_{dot}, p	$a = b$
2	V_{dot}	$a < b$
3	p_{kond}	$a > b$

(fortgesetzt)

Position	Parameter	
4	p_geod.	$a < b$
5	V_dot, p	$a = b$
	h	$a < b$
	Q_dot	$a < b$

[0040] In der Tabelle bezeichnen die Prozessparameter V_dot den Volumenstrom, p_kond den Kondensationsdruck, p_geod. den geodätischen Druck, h die Füllhöhe und Q_dot den Wärmestrom. Die Positionen 1 bis 5 entsprechen für den jeweiligen Kondensator a bzw. b: nach der Expansionsmaschine und vor dem Aufteilen des Gesamtmassenstroms V_dot,p (Position 1), nach dem Aufteilen und vor dem Eintritt in den Kondensator (Position 2), im Kondensator (Position 3), nach dem Kondensator und vor dem Zusammenführen der Teil-Massenströme (Position 4), nach dem Zusammenführen und vor der Speisepumpe (Position 5). Der Vergleich bezieht sich auf die jeweiligen Prozessparameter in Bezug auf die beiden Kondensatoren a und b.

[0041] Durch den höheren Volumenstrom in Richtung Kondensator b kommt es zu höheren Druckverlusten als in Kondensator a (Pfad 1 bis 3a/b). Durch den höheren Druckverlust muss der Kondensationsdruck im Kondensator b kleiner sein als in Kondensator a. Da die beiden Kondensatoren miteinander verbunden sind kommt es zu einem Druckausgleich über den geodätischen Druck. Das bewirkt, dass der Füllstand im Kondensator b soweit steigt, bis es am Punkt 5 keine Druckdifferenz zwischen den Kondensatoren gibt. Über die höhere Füllhöhe ist sichergestellt, dass im Kondensator, in dem mehr Wärme abgegeben wird, in dem also auch der größere Teil des Abdampfs kondensiert wird eine ausreichende Unterkühlung des Arbeitsmedienstroms erreicht wird und damit auch eine ausreichende Vorlaufhöhe vor der Pumpe sichergestellt ist.

[0042] Um einen stabilen Betrieb zu gewährleisten muss die Füllmenge des Systems so gewählt sein, dass keiner der beiden Kondensatoren im Betrieb leerläuft. Idealerweise spielen Füllmenge und die konstruktive Höhe der Kondensatoren zueinander so zusammen, dass im jeweils nicht genutzten Kondensator (100% Heizkondensator oder 100% Luftkondensator) gerade kein oder nur minimal Fluid steht. Dies verringert Wärmeverluste und hilft Fluid einzusparen.

3. Lastwechsel zwischen Heizkondensator und Luftkondensator

[0043] Durch das selbstregelnde Prinzip wird der Lastwechsel erreicht, indem durch Einstellen der Drehzahl des Ventilators und/oder des durch die Pumpe geförderten Massenstroms eine gleitende Regelung der Kondensationsanteile im Luftkondensator bzw. im Flüssigkeitskondensator erfolgt, im Speziellen indem jeweils Ventilatoren bzw. Heizungspumpe abgeschaltet werden. Dadurch erhöht sich der Druck im nicht benutzten Kondensator und die Kondensation erfolgt im anderen Kondensator in dem ein niedrigerer Druck herrscht.

4. Parallelbetrieb zwischen Heizkondensator und Luftkondensator

[0044] Wird im Heiznetz nicht die volle Wärmeleistung benötigt, kann nur ein Teil der vom ORC-System abgegebenen Wärme in das Heiznetz kondensiert werden. Der andere Teil wird dann über den Luftkondensator abgeführt. Beide Kondensatoren sind parallel im Betrieb. Der Parallelbetrieb wird erreicht, indem beispielsweise die Ventilatoren des Luftkondensators in Teillast betrieben werden. Regelungsparameter kann dabei zum Beispiel eine maximale Temperatur des Heizkreis-Rücklaufes sein. Bei zu hohem Wärmeeintrag durch den ORC in das Heiznetz kann sich die Temperatur des Rücklaufes zum Blockheizkraftwerk (BHKW) erhöhen. Übersteigt diese einen gewissen Maximalwert, schaltet sich der Notkühler ein, um den Wärmeüberschuss aus dem System abzuführen. Um dies zu vermeiden, muss die ORC-Anlage frühzeitig die eingekoppelte thermische Leistung reduzieren.

[0045] Ein anderer Regelungsparameter kann die gewünschte Vorlauftemperatur für das Heiznetz sein. Durch eine Verringerung der Ventilator-Drehzahl wird weniger Wärme im Luftkondensator abgeführt. Dadurch steigt der Kondensationsdruck von p_1 auf p_2 an und ein Teil des Abdampfs strömt in den Heizkondensator und erhöht dort die Wärmeabfuhr in das Heiznetz. Bei gleichem Wasservolumenstrom (ungeregelter Betrieb der Heizwasser-Umwälzpumpe) steigt die Austrittstemperatur (= Vorlauftemperatur T_{VL}) des Heizwassers von $T_{VL,1}$ auf $T_{VL,2}$ an (siehe Fig. 5). Dadurch kann das System auf einen sich ändernden kundenseitigen Wärmebedarf reagieren und mehr Wärme in das Heiznetz einkoppeln, wenn dieses benötigt wird. Genauso wird aber auch ein übermäßig großer Wärmeeintrag verhindert. Nimmt der Wärmekunde die Wärme nicht ab, denn steigt die Rücklauftemperatur (aus dem Heiznetz kommend) und somit auch die Vorlauftemperatur. Wird hier eine Grenztemperatur erreicht, dann regelt das System dem entgegen und koppelt mehr Wärme über den Luftkondensator aus, indem die Ventilatordrehzahl wieder erhöht wird.

[0046] Zusätzlich oder alternativ dazu kann auch die Heizwasser-Umwälzpumpe geregelt werden, was eine konstante

Vorlauftemperatur T_{VL} im Heiznetz ermöglicht (siehe Fig. 6). Somit können Heiznetze bedient werden, die eine gleichbleibende Vorlauftemperatur bei unterschiedlichen Wärmebedarfen benötigen (zum Beispiel für temperatursensible Prozesse, oder für eine Hygienisierung, etc.). Durch eine Regelung der Heizwasser-Umwälzpumpe kann die Leistung der Pumpe an den tatsächlichen Wärmebedarf angepasst und somit die Effizienz des Systems gesteigert werden.

[0047] Die ausreichende Vorlaufhöhe durch entsprechende Unterkühlung des Fluids (Arbeitsmediums) wird durch das unter Punkt 2 beschriebene selbstregelnde Prinzip gewährleistet. Es ist durch eine ausreichende Füllmenge mit Arbeitsmedium sicherzustellen, dass auch bei Aufteilung des Arbeitsmediums auf beide Kondensatoren eine ausreichende Unterkühlung vorliegt.

[0048] Das einfache ORC-System mit zwei Kondensatoren kann durch verschiedene Variationen der Verschaltung verbessert werden, so dass die geforderten Betriebsparameter sicherer eingehalten werden können (siehe Fig. 7).

1. Einbau eines Siphons (Fig. 7a)

[0049] Mit Hilfe eines Siphons 8 in der Kondensatleitung kann im Kondensator 3, 4 eine definierte Mindest-Füllhöhe festgelegt werden, da der Flüssigkeitsspiegel im Kondensator immer so hoch sein muss, wie die Höhe des Siphons. Dadurch wird auch eine definierte Mindest-Unterkühlung sichergestellt.

2. Behälter (Fig. 7b)

[0050] Ein Behälter 9 zwischen den Kondensatoren 3, 4 und der Speisepumpe 5 stellt sicher, dass immer flüssiges Arbeitsmedium zur Pumpe strömt. Kommt es zu Betriebszuständen, in denen einer der Kondensatoren leer läuft und somit gasförmiges Arbeitsmedium in Richtung Pumpe strömt, wird dieses im Behälter abgeschieden. Auch mit dem flüssigen Arbeitsmedium strömende Gasblasen, die an der Speisepumpe (Teil-) Kavitation verursachen könnten, werden im Behälter abgeschieden. Wenn der Behälter nicht komplett gefüllt ist und sich ein Flüssigkeitsspiegel einstellt, strebt das Arbeitsmedium im Behälter einen gesättigten Zustand an. Hieraus resultieren zwei mögliche Fälle: Ist das Arbeitsmedium kälter als die Umgebung verdampft es und es stellt sich ein Gleichgewichtszustand zwischen flüssiger Phase und dampfförmiger Phase ein. Ist das Arbeitsmedium im Behälter jedoch wärmer als die Umgebungstemperatur, wird Wärme an die Umgebung abgegeben und es findet eine Kondensation im Behälter statt. Dies führt dazu, dass der Flüssigkeitsspiegel steigt, bis hin zum Volllaufen des Behälters. Indem im Behälter ein zusätzlicher Druck auf den Flüssigkeitsspiegel aufgeprägt wird, z.B. mittels eines nicht-kondensierenden Gases (siehe z.B. Patent DE 10 2009 053 390 B3 zur Kavitationsvermeidung), wird eine ausreichende Unterkühlung erzeugt.

3. Rückschlagventile (Fig. 7c)

[0051] In bestimmten Fällen kann es zwischen Heizkondensator 3 und Luftkondensator 4 zu unerwünschtem Naturumlauf kommen (siehe Fig. 8). Wird der nicht benutzte Kondensator 3 trotzdem beheizt, z.B. mit warmem Heizwasser durchströmt, kommt es in diesem zur Verdampfung. Der dadurch fallende Füllstand würde das Druckgleichgewicht aus Kondensationsdruck und geodätischem Druck aufgrund unterschiedlicher Füllhöhen aus dem Gleichgewicht bringen. Um dieses Gleichgewicht zu erhalten strömt kondensiertes Arbeitsmedium aus dem Kondensator 1 nach. Durch den Einbau von Rückschlagventilen 10 entweder in der Abdampf- oder der Kondensatleitung wird dieses Phänomen verhindert.

[0052] Die dargestellten Ausführungsformen sind lediglich beispielhaft und der vollständige Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch die Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zum Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses, insbesondere eines ORC-Prozesses, umfassend:

- eine Speisepumpe (5) zum Fördern von flüssigem Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer (1);
- den Verdampfer (1) zum Vorwärmen, Verdampfen und optional zusätzlichen Überhitzen des Arbeitsmediums unter Zuführung von Wärme;
- eine Expansionsmaschine (2) zum Erzeugen von mechanischer Energie durch Entspannen des verdampften Arbeitsmediums; und
- wenigstens zwei zwischen der Expansionsmaschine und der Speisepumpe parallel angeschlossene Kondensatoren (3, 4) zum Enthitzen, Kondensieren und optional zusätzlichen Unterkühlen des entspannten Arbeits-

mediums.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die wenigstens zwei Kondensatoren (3, 4) einen Flüssigkeitskondensator (3) und einen Luftkondensator (4) umfassen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Flüssigkeitskondensator (3) in einem Flüssigkeitskreislauf, insbesondere einem Heizkreislauf, mit einer Pumpe (6) vorgesehen ist und/oder wobei der Luftkondensator einen Ventilator (7) umfasst.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Ventilator und/oder die Pumpe regelbar sind, insbesondere die Drehzahl des Ventilators bzw. der durch die Pumpe geförderte Massenstroms der Flüssigkeit.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jeder Kondensator zusätzlich über einen Siphon (8) mit der Speisepumpe verbunden ist, wobei durch den Scheitelpunkt des Siphons eine Mindest-Füllhöhe des kondensierten Arbeitsmediums in dem Kondensator festgelegt wird.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei weiterhin zwischen den Kondensatoren und der Speisepumpe ein druckdichter Behälter (9) vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei für jeden der parallel angeschlossenen Kondensatoren ein Rückschlagventil zwischen dem jeweiligen Kondensator und der Speisepumpe und/oder zwischen der Expansionsmaschine und dem jeweiligen Kondensator vorgesehen ist, wobei jedes Rückschlagventil nur ein Strömen in Richtung der Speisepumpe zulässt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in Kombination mit Anspruch 4, weiterhin umfassend:

einen Temperatursensor zum Messen der Temperatur eines Flüssigkeits-/Heizkreis-Rücklaufs, und/oder einen Temperatursensor zum Messen der Temperatur eines Flüssigkeits-/Heizkreis-Vorlaufs; und eine Steuervorrichtung zum Einstellen einer Drehzahl des Ventilators und/oder zum Einstellen eines durch die Pumpe geförderten Massenstroms der Flüssigkeit basierend auf der gemessenen Temperatur bzw. den gemessenen Temperaturen, insbesondere zum Begrenzen der Rücklauftemperatur auf einen maximalen Wert und/oder zum Einstellen einer gewünschten Vorlauftemperatur, insbesondere einer konstanten Vorlauftemperatur.

9. Verfahren zum Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses, insbesondere eines ORC-Prozesses, wobei das Verfahren während eines Normalbetriebs die folgenden Schritte umfasst:

Fördern von flüssigem Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer (1) mit einer Speisepumpe (5);
Vorwärmen, Verdampfen und optional zusätzliches Überhitzen des Arbeitsmediums unter Zuführung von Wärme in dem Verdampfer (1);
Entspannen des verdampften Arbeitsmediums in einer Expansionsmaschine (2);
Enthitzen, Kondensieren und optional zusätzliches Unterkühlen des entspannten Arbeitsmediums mit wenigstens zwei zwischen der Expansionsmaschine und der Speisepumpe parallel angeschlossenen Kondensatoren (3, 4).

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei ein Massenstrom des entspannten Arbeitsmediums von der Expansionsmaschine selbstregulierend durch ein sich zwischen den Kondensatoren einstellendes Druckgleichgewicht in Massenströme des entspannten Arbeitsmediums in die jeweiligen Kondensatoren aufgeteilt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei die wenigstens zwei Kondensatoren einen Luftkondensator mit einem Ventilator und/oder einen Flüssigkeitskondensator in einem Flüssigkeitskreislauf mit einer Pumpe umfasst, und wobei das Verfahren den folgenden weiteren Schritt aufweist:

Einstellen einer Drehzahl des Ventilators und/oder Einstellen eines durch die Pumpe geförderten Massenstroms der Flüssigkeit, insbesondere wobei durch Abschalten des Ventilators keine Kondensation des Arbeitsmediums im Luftkondensator erfolgt, vorzugsweise bei laufender Pumpe, oder wobei durch Abschalten der Pumpe keine Kondensation

im Flüssigkeitskondensator erfolgt, vorzugsweise bei laufendem Ventilator.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei während eines vor dem Normalbetrieb durchgeführten Anfahrbetriebs die folgenden weiteren Schritte durchgeführt werden:

5
Bereitstellen einer ausreichenden Vorlaufhöhe von flüssigem Arbeitsmedium vor der Speisepumpe, um Kavitation in der Speisepumpe zu vermeiden;
Starten des thermodynamischen Kreisprozesses mit dem Kondensator, in dem der niedrigste Kondensationsdruck vorliegt;
10 Zuschalten der weiteren Kondensatoren in der Reihenfolge nach größer werdendem Kondensationsdruck.

13. Verfahren nach Anspruch 12 in Kombination mit Anspruch 11, wobei der Schritt des Startens mit laufendem Ventilator des Luftkondensators und abgestellter Pumpe des Flüssigkeitskreislaufs erfolgt, und wobei der Schritt des Zuschaltens des Flüssigkeitskondensators durch Einschalten oder Erhöhung des geförderten Massenstroms der Pumpe erfolgt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

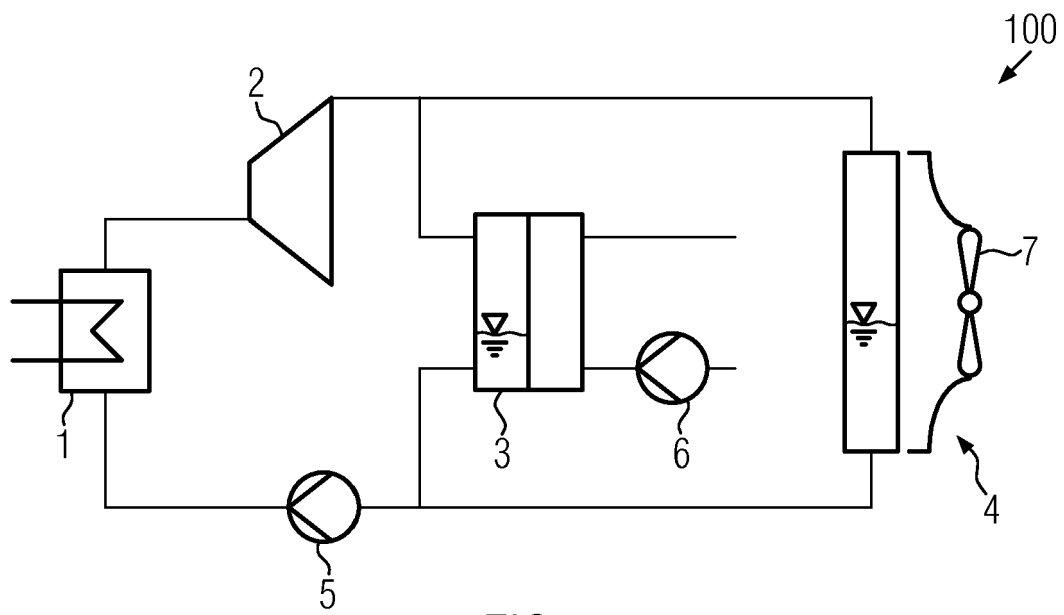


FIG. 1

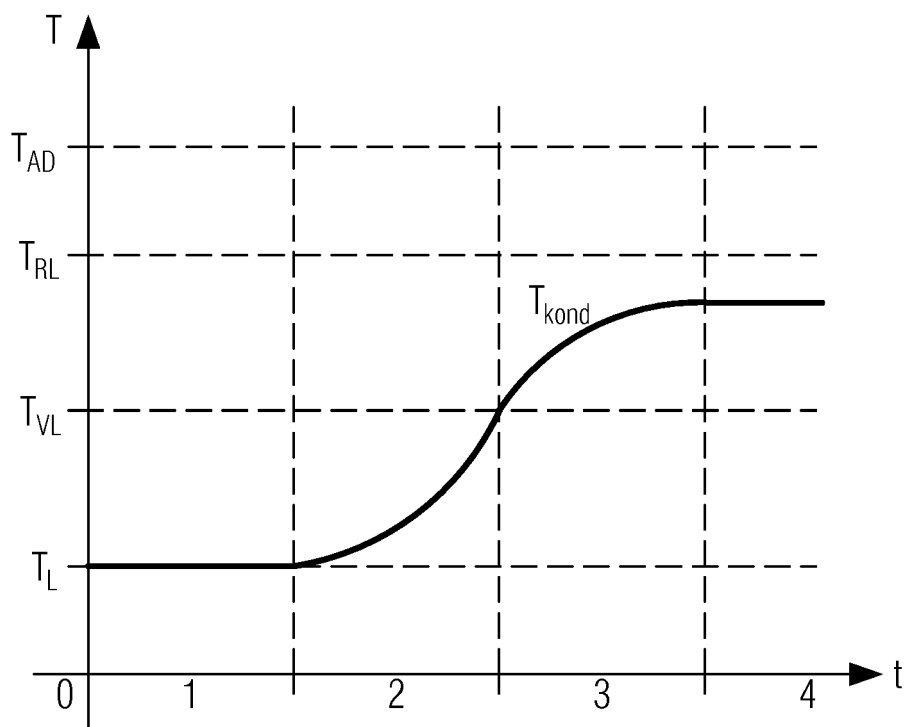


FIG. 2

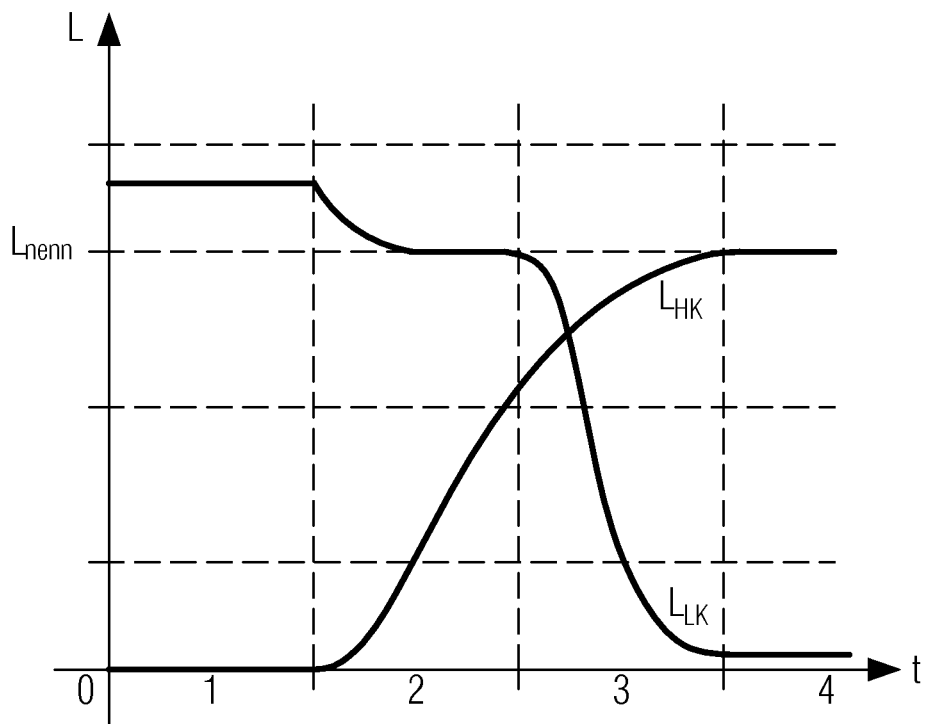


FIG. 3

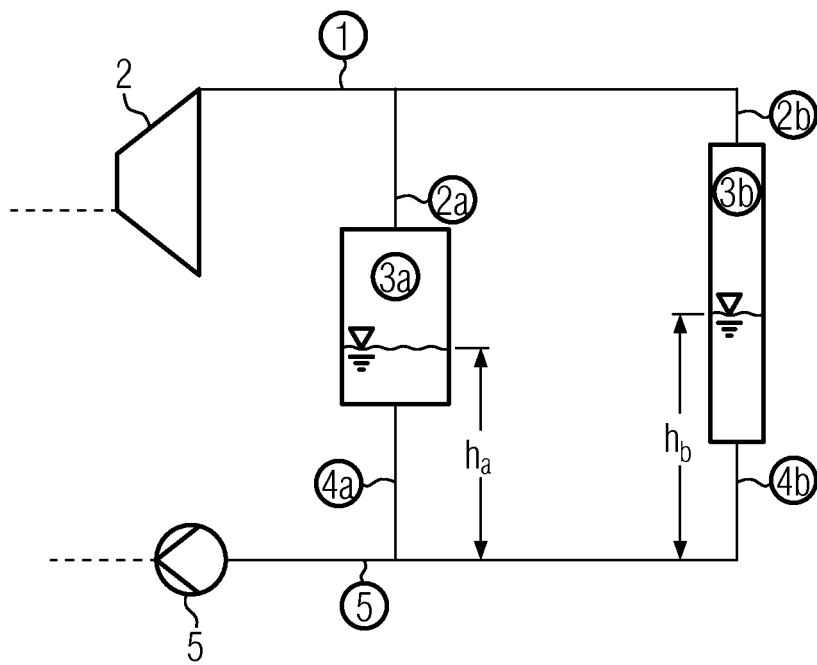
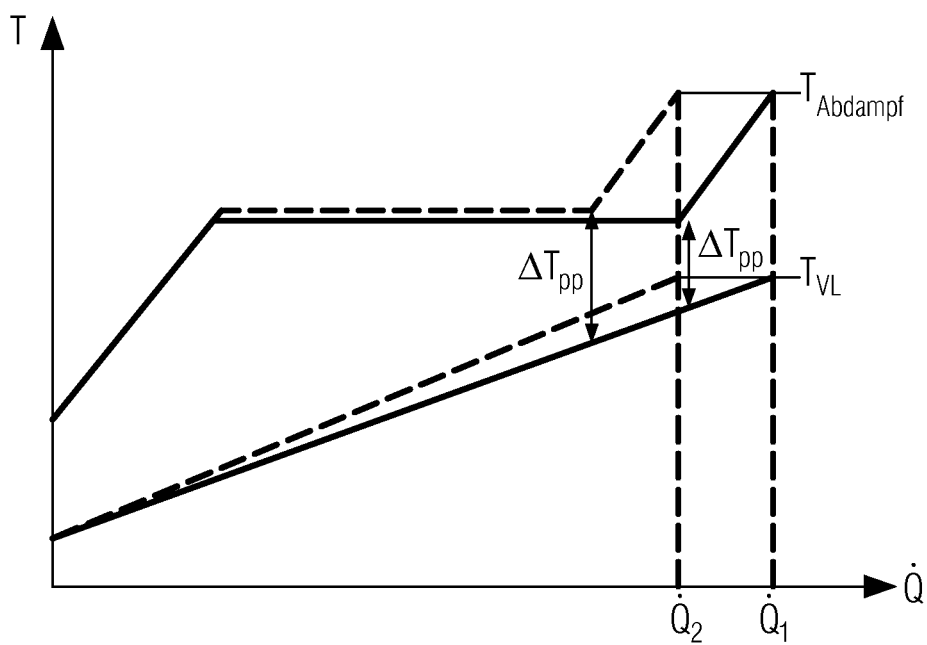
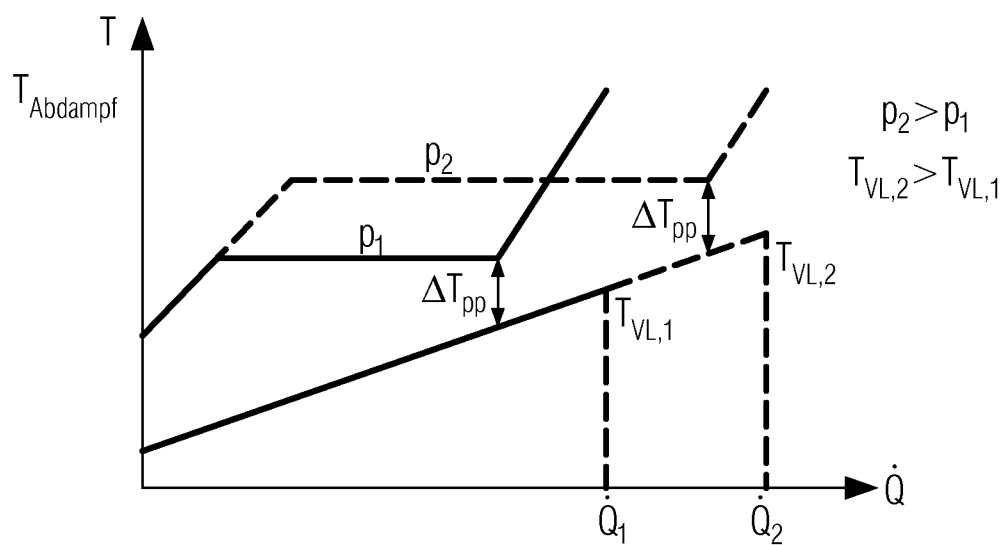


FIG. 4



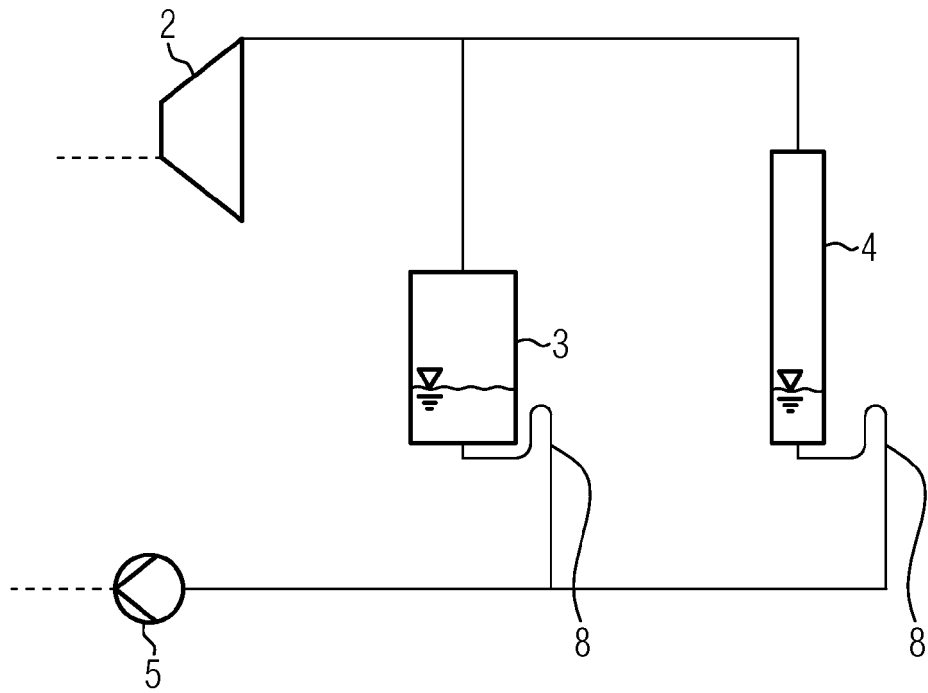


FIG. 7a

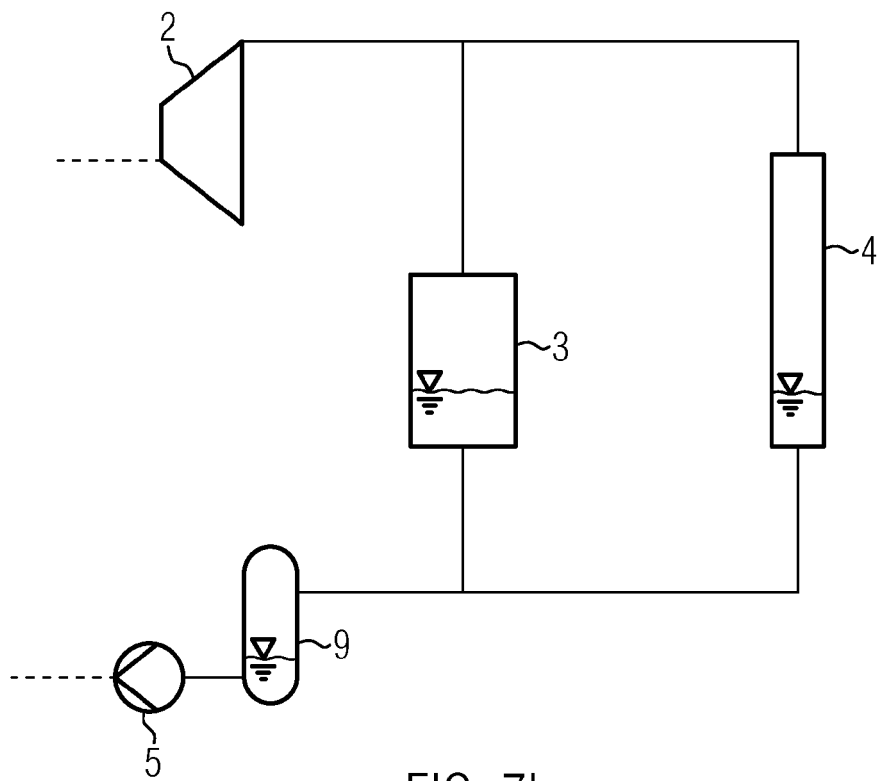


FIG. 7b

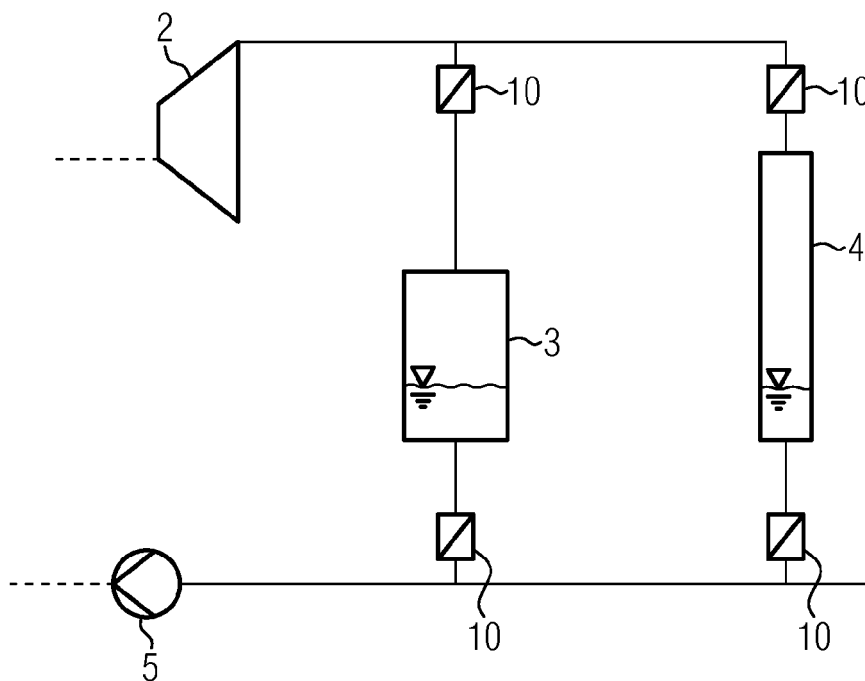


FIG. 7c

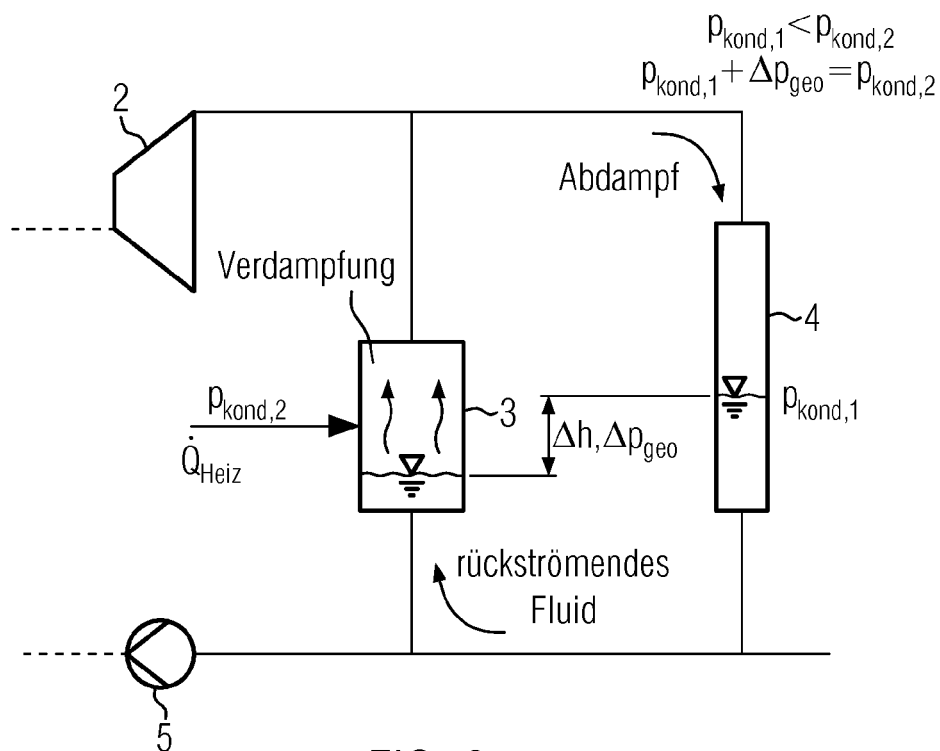


FIG. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 1245

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 935 737 A1 (SUEZ ENVIRONNEMENT [FR]) 12. März 2010 (2010-03-12) * Seite 3, Zeile 27 - Seite 4, Zeile 35; Abbildung 1 *	1-5,7, 9-11	INV. F01K9/00 F01K25/08
X	WO 2005/119014 A1 (AGRIDEA PATENTS LTD [IE]; CICCOLELLA VINCENZO [IT]) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) * Seite 7, Zeile 7 - Seite 9, Zeile 16 * * Seite 10, Zeile 27 - Seite 11, Zeile 21 * * Abbildung 1 *	1-4,6,8, 9,11	
X	US 2013/174551 A1 (MAHMOUD AHMAD M [US] ET AL) 11. Juli 2013 (2013-07-11) * Absätze [0002], [0021], [0026], [0027]; Abbildung 1 *	1-4,8,9, 11	
X	FR 2 984 400 A1 (SUEZ ENVIRONNEMENT [FR]) 21. Juni 2013 (2013-06-21) * Seite 4, Zeile 18 - Zeile 33 * * Seite 6, Zeile 12 - Zeile 22 * * Abbildung 1 *	1-4,8,9, 11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01K
X	DE 10 2009 026238 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 4. Februar 2010 (2010-02-04) * Absätze [0012], [0013], [0015], [0016], [0017]; Abbildungen 1,2 *	1-4,9,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. April 2015	Prüfer Coquau, Stéphane
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 03.82 (P04C03)

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

EP 14 19 1245

5 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.

09-04-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2935737 A1	12-03-2010	EP 2326801 A2	01-06-2011
		FR 2935737 A1	12-03-2010
		US 2011203279 A1	25-08-2011
		WO 2010029494 A2	18-03-2010
WO 2005119014 A1	15-12-2005	EP 1766196 A1	28-03-2007
		WO 2005119014 A1	15-12-2005
US 2013174551 A1	11-07-2013	CN 104081009 A	01-10-2014
		US 2013174551 A1	11-07-2013
		WO 2013103631 A2	11-07-2013
FR 2984400 A1	21-06-2013	AU 2012356178 A1	10-07-2014
		CA 2859748 A1	27-06-2013
		CN 104185716 A	03-12-2014
		EP 2795073 A1	29-10-2014
		FR 2984400 A1	21-06-2013
		US 2014318130 A1	30-10-2014
		WO 2013093770 A1	27-06-2013
DE 102009026238 A1	04-02-2010	CN 101638997 A	03-02-2010
		DE 102009026238 A1	04-02-2010
		JP 5325038 B2	23-10-2013
		JP 2010038159 A	18-02-2010
		US 2010024380 A1	04-02-2010

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 102009053390 B3 [0050]