

(19)



(11)

EP 2 514 933 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.10.2012 Patentblatt 2012/43

(51) Int Cl.:
F01K 25/10 (2006.01) **F04C 29/02** (2006.01)
F16N 7/30 (2006.01) **B01D 17/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11003288.5**

(22) Anmeldetag: **19.04.2011**

(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

- **Schuster, Andreas**
85747 Garching (DE)
- **Sichert, Andreas**
85747 Garching (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser**
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(71) Anmelder:
• **Technische Universität München**
80333 München (DE)
• **Orcan Energy GmbH**
81379 München (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(72) Erfinder:
• **Aumann, Richard**
85747 Garching (DE)

(54) **Hochdruckseitige Abtrennung von flüssigem Schmierstoff zur Schmierung volumetrisch arbeitender Expansionsmaschinen**

(57) Vorrichtung und Verfahren zur Schmierung einer Expansionsmaschine (30) in einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung, wobei die Kreisprozessvorrichtung die Expansionsmaschine, eine Speisepumpe (50), einen Schmiermittelabscheider (10) und ein Arbeitsmedium mit einem Schmiermittel umfasst, und wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst. Das Arbeitsmedium wird mittels der Speisepumpe mit Druck beaufschlagt. Das mit Druck beaufschlagte Arbeitsmedium wird von der Speisepumpe an den Schmiermittelabscheider geliefert. Zumindest ein Teil des Schmiermittels wird aus dem Arbeitsmedium mit dem Schmiermittelabscheider abgeschieden. Zumindest ein Teil des abgeschiedenen Schmiermittels wird vom Schmiermittelabscheider an die Expansionsmaschine geliefert.

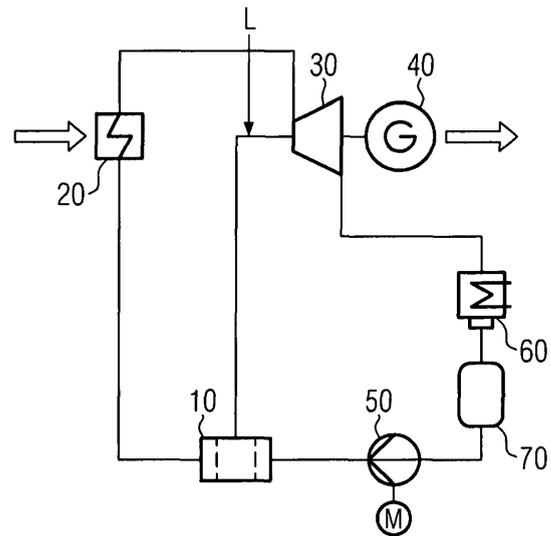


FIG. 2

EP 2 514 933 A1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft volumetrisch arbeitende Expansionsmaschinen und insbesondere Verfahren zur Schmierung derselben.

Stand der Technik

[0002] Der Betrieb von Expansionsmaschinen, wie z.B. Dampfturbinen und beispielsweise mit Hilfe des Organic Rankine Cycle (ORC)-Verfahrens zur Erzeugung elektrischer Energie durch den Einsatz organischer Medien, beispielsweise organischer Medien mit niedriger Verdampfungstemperatur, die bei gleichen Temperaturen verglichen mit Wasser als Arbeitsmedium im allgemeinen höhere Verdampfungsdrücke aufweisen, ist im Stand der Technik bekannt. ORC-Anlagen stellen eine Realisierung des Clausius-Rankine-Kreisprozesses dar, in dem beispielsweise prinzipiell über adiabatische und isobare Zustandsänderungen eines Arbeitsmediums elektrische Energie gewonnen wird. Über Verdampfung, Expansion und anschließende Kondensation des Arbeitsmediums wird hierbei mechanische Energie gewonnen und in elektrische Energie gewandelt. Prinzipiell wird das Arbeitsmedium durch eine Speisepumpe auf Betriebsdruck gebracht, und es wird ihm in einem Verdampfer Energie in Form von Wärme, die durch eine Verbrennung oder einen Abwärmestrom zur Verfügung gestellt wird, zugeführt. Vom Verdampfer aus strömt das Arbeitsmedium über ein Druckrohr zu einer Expansionsmaschine, in der es auf einen niedrigeren Druck entspannt wird. Im Anschluss strömt der entspannte Arbeitsmediumsdampf durch einen Kondensator, in welchem ein Wärmeaustausch zwischen dem dampfförmigen Arbeitsmedium und einem Kühlmedium stattfindet, wonach das auskondensierte Arbeitsmedium durch eine Speisepumpe zu dem Verdampfer in einem Kreisprozess zurückgeführt wird.

[0003] Eine besondere Klasse von Expansionsmaschinen stellen volumetrisch arbeitende Expansionsmaschinen dar, die auch als Verdrängungsexpansionsmaschinen bezeichnet werden, eine Arbeitskammer umfassen und während einer Volumenzunahme dieser Arbeitskammer während der Entspannung des Arbeitsmediums Arbeit verrichten. Diese Expansionsmaschinen sind beispielsweise in Form von Kolbenexpansionsmaschinen, Schraubenexpansionsmaschinen oder Scrollexpandern realisiert. Derartige volumetrisch arbeitende Expansionsmaschinen werden insbesondere in ORC-Systemen kleiner Leistungsklasse (z.B. 1 bis 500kW elektrische Leistung) eingesetzt. Im Gegensatz zu Turbinen erfordern volumetrisch arbeitende Expansionsmaschinen jedoch eine Schmierung durch ein Schmiermittel insbesondere des Kolbens bzw. der sich aufeinander abwälzenden Profile (Flanken) des Expansionsraums sowie der Wälzlager und der gleitenden Wände der Arbeits-

kammer. Es bedarf also eine Schmierung der Lagerstellen und der sich berührenden Flanken. Die Verwendung eines Schmiermittels führt vorteilhafterweise auch zu einer Abdichtung des Arbeitsraums der Expansionsmaschine, wodurch weniger Dampf durch Überströmen innerhalb der Expansionsmaschine verloren geht und somit der Wirkungsgrad erhöht wird. Vorteilhaft ist die Schmierung mit Öl, wobei Öl und Frischdampf die Expansionsmaschine gemeinsam passieren, was eine nachfolgende Trennung von Öl und Dampf notwendig macht.

[0004] In der Kältetechnik kann die Schmierung einfach realisiert werden. Man gibt hier ein lösliches Öl zum Arbeitsmedium. Am Auslass der Kompressionsmaschine liegt das Öl als fein verteilte Tröpfchen im komprimierten Dampf vor. Der unter hohem Druck stehende Dampf-Öl-Spray wird nun durch einen Ölabscheider geleitet, wo Öl durch einen Zyklon abgeschieden wird und das Kältemittel den Ölabscheider dampfförmig in Richtung Kondensator verlässt. Das Öl liegt nun bei hohem Druck vor und kann direkt in den Einlassbereich der Kompressionsmaschine eingedüst sowie zu den Lagern geleitet werden. Das Öl wird mit dem Niederdruckdampf mitgerissen, gemeinsam mit dem Dampf auf hohen Druck gebracht und kann dann wiederum im Ölabscheider abgetrennt werden.

[0005] Aus dem Verfahren zur Schmierung von Kompressoren leitete sich ein Verfahren zur Schmierung von Expansionsmaschinen ab. Hierbei wird dem Arbeitsmedium Öl beigegeben. Die Trennung von Öl und Dampf findet ebenfalls am Auslass der Expansionsmaschine in einem Ölabscheider statt. Da bei der Expansion am Auslass ein geringerer Druck als am Einlass herrscht, muss das Öl durch eine Ölkreispumpe auf Frischdampfdruck gebracht werden, um das Öl am Einlass in den Frischdampf zur Flankenschmierung eindüsen zu können. Weiterhin müssen auch hier die Lagerstellen mit Öl versorgt werden. Figur 1 stellt eine Prinzipskizze eines solchen Schmierystems des Stands der Technik dar. Ein Arbeitsmedium wird von einem Verdampfer 1 zu einer Expansionsmaschine 2 geliefert. In der Expansionsmaschine 2 wird das dampfförmige Arbeitsmedium entspannt und es wird über einen Generator 3 die freigeordnete Energie in elektrische Energie gewandelt. Über eine Ölkreispumpe 4 wird der Expansionsmaschine 2 ein Schmiermittel, beispielsweise ein Schmieröl, zugeführt. Das Schmiermittel dient in der Expansionsmaschine der Lagerschmierung L und der Flankenschmierung F. Das Schmiermittel verlässt gemeinsam mit dem entspannten Arbeitsmedium die Expansionsmaschine 2. Das Schmiermittel liegt in Form eines fein verteilten Ölnebels im entspannten Arbeitsmedium vor und wird in einem Ölabscheider 5 vom Arbeitsmedium getrennt, so dass dieses im Wesentlichen ölfrei aus dem Ölabscheider 5 zu einem Kondensator 6 geliefert wird. Das kondensierte Arbeitsmedium wird durch eine Speisepumpe 7 dem Verdampfer 1 wieder zugeführt. Das rückgewonnene Öl wird über die Ölkreispumpe 4 der Expansionsmaschine 2 wie-

der zugeführt.

[0006] Das Schmieresystem des Stands der Technik weist jedoch die folgenden Nachteile auf. Da das Schmiermittel (Schmieröl) auf der Niederdruckseite nach Passieren der Expansionsmaschine 2 abgetrennt wird, ist das Vorsehen der Ölkreispumpe 4 erforderlich, die, da das Schmiermittel auf der Hochdruckseite der Expansionsmaschine 2 zuzuführen ist, die gleiche Druckdifferenz wie die das Arbeitsmedium transportierende Speisepumpe 7 zu überwinden hat, woraus ein hoher apparativer Aufwand mit entsprechenden Kosten resultiert. Zudem ist ein relativ großer Ölabscheider 5 vonnöten, da der die Expansionsmaschine 2 verlassende Abdampf eine im Vergleich zum der Expansionsmaschine 2 zugeführten Frischdampf geringere Dichte, beispielsweise um mehr als eine Größenordnung geringere Dichte, aufweist. Dadurch entsteht ein großer Materialaufwand mit entsprechend hohen Kosten. Durch das große Volumen ist eine große Füllmenge an relativ hochpreisigem Öl notwendig. Weiterhin wird die Trennung des Schmiermittels von dem Abdampf des Arbeitsmediums mithilfe von Zykloabscheidern oder Prallplatten, stets unter signifikanter Richtungsänderung des das Schmiermittel enthaltenden Abdampfstroms, ausgeführt, wodurch, kombiniert mit den relativ großen Volumina der Abdampfströmung, Druckverluste auftreten, die zu einem auf die Expansionsmaschine 2 wirkenden Gegendruck und damit zu einer Verringerung des Wirkungsgrads derselben führen. Da das Öl auf niedrigem Druckniveau vorliegt, muss eine zusätzliche Pumpe, die Ölkreispumpe, eingesetzt werden.

[0007] Zudem weist der relativ große Ölabscheider 5 aufgrund der relativ großen Masse bzw. des relativ großen Volumens des Abdampfes eine gewisse Trägheit auf, die sich beim Anfahren der Anlage oder Lastwechseln unvorteilhaft auswirkt. Auch verringert das dem Frischdampf i.a. im flüssigen Zustand mit ungefähr der Temperatur des Abdampfes in den Frischdampf eingedüστε Schmiermittel in unerwünschter Weise die Frischdampf Temperatur und Frischdampfenthalpie, was die erzielbare Arbeit reduziert.

[0008] Es besteht somit ein Bedarf dafür und es liegt somit der vorliegenden Erfindung als Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Schmierung von volumetrisch arbeitenden Expansionsmaschinen bereitzustellen, in dem die oben genannten Probleme ausgeräumt oder zumindest gemildert werden.

Beschreibung der Erfindung

[0009] Die oben genannte Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Schmierung einer Expansionsmaschine in einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung, wobei die Kreisprozessvorrichtung die Expansionsmaschine, eine Speisepumpe, einen Schmiermittelabscheider und ein Arbeitsmedium mit einem Schmiermittel umfasst, und wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst. Das Arbeitsmedium wird mittels der Speise-

pumpe mit Druck beaufschlagt. Das mit Druck beaufschlagte Arbeitsmedium wird von der Speisepumpe an den Schmiermittelabscheider geliefert. Zumindest ein Teil des Schmiermittels wird aus dem Arbeitsmedium mit dem Schmiermittelabscheider abgeschieden. Zumindest ein Teil des abgeschiedenen Schmiermittels wird vom Schmiermittelabscheider an die Expansionsmaschine geliefert.

[0010] Im Gegensatz zum Stand der Technik wird erfindungsgemäß zumindest ein Teil des Schmiermittels aus dem durch die Speisepumpe mit Druck beaufschlagten Arbeitsmedium abgeschieden. Im Stand der Technik hingegen geschieht diese Abscheidung aus dem die Expansionsmaschine unmittelbar verlassenden Arbeitsmedium. Das Vorsehen einer Ölkreispumpe erübrigt sich in dem erfindungsgemäßen Verfahren, da das abgeschiedene Schmiermittel auf einem hohen Druckniveau vorliegt. Auch kann der Schmiermittelabscheider im Vergleich zum Stand der Technik kleiner ausgebildet werden, da die Trennung des Schmiermittels aus der Flüssigkeit mit hoher Dichte statt aus dem Abdampf erfolgt. Weiterhin wird die Frischdampf Temperatur/-enthalpie erfindungsgemäß nicht in unerwünschter Weise durch Hinzufügen eines relativ kalten Schmiermittels herabgesenkt, da das abgeschiedene Schmiermittel vorzugsweise zur Schmierung des Lagers der Expansionsmaschine verwendet wird. Weitere Vorteile sind zum einen die passende niedrige Temperatur des der Expansionsmaschine vom Schmiermittelabscheider zugeführten Schmiermittels, was eine vorteilhafte Lagerkühlung bewirkt und zum anderen die schnelle Inbetriebnahme der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung aufgrund des gegenüber dem Stand der Technik geringeren Flüssigkeitsinventars.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung umfasst die Kreisprozessvorrichtung weiterhin einen Kondensator und einen Verdampfer und das erfindungsgemäße Verfahren umfasst weiterhin das Liefern des Arbeitsmediums von der Expansionsmaschine an den Kondensator, das Verflüssigen des Arbeitsmediums mit dem Kondensator, das Liefern des verflüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator an die Speisepumpe, das Liefern des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums von dem Schmiermittelabscheider an den Verdampfer, das Verdampfen des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums in dem Verdampfer, und das Liefern des verdampften Arbeitsmediums an die Expansionsmaschine.

[0012] Während in dieser Weiterbildung zumindest ein Teil des abgeschiedenen Schmiermittels an Schmierstellen der Expansionsmaschine geliefert wird, wie beispielsweise an ein Lager, dient gemäß dieser Weiterbildung ein in dem der Expansionsmaschine zugeführten Arbeitsmedium verbleibender Anteil des Schmiermittels der Schmierung aufeinander abwälzender oder gleitender Teile der Arbeitskammer der volumetrisch arbeitenden Expansionsmaschine (Flankenschmierung). Dabei hat der verbleibende Anteil des Schmiermittels die dazu passende Temperatur. Das verbleibende Schmiermittel

wird nämlich im Verdampfer zusammen mit dem Arbeitsmedium aufgeheizt und verringert dadurch nicht den Energieinhalt des der Expansionsmaschine zugeführten Frischdampfs.

[0013] Gemäß einer anderen Weiterbildung kann die Kreisprozessvorrichtung weiterhin einen Speisebehälter umfassen, und der Schritt des Lieferns des verflüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator an die Speisepumpe kann die Teilschritte (i) Lieferns des verflüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator an den Speisebehälter und (ii) Lieferns des Arbeitsmediums vom Speisebehälter an die Speisepumpe umfassen. Auf diese Weise wird ein Sammelbehälter für das Arbeitsmedium bereitgestellt, aus dem die Speisepumpe das Arbeitsmedium und das Schmiermittel absaugen kann.

[0014] Eine Weiterbildung der zuletzt genannten Weiterbildung umfasst das Liefern des Arbeitsmediums vom Speisebehälter an die Speisepumpe das gleichzeitige Absaugen einer schmiermittelarmen und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums aus dem Speisebehälter oder ein Mischen einer schmiermittelarmen und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums im Speisebehälter. Dadurch können negative Folgen einer Phasentrennung der zweiphasigen Suspension aus Arbeitsmedium und Schmiermittel im Speisebehälter auf den Betrieb der Kreisprozessvorrichtung vermieden werden. Aufgrund von Dichteunterschieden kann im Speisebehälter nach längerem Stillstand oder durch eine schnelle Trenngeschwindigkeit während des Betriebs eine derartige Phasentrennung (Entmischung) erfolgen, wobei es dann beispielsweise zu Problemen bei der Inbetriebnahme kommen kann, die jedoch durch diese Weiterbildung gelöst werden.

[0015] Gemäß einer Weiterbildung liegt das durch den Kondensator verflüssigte Arbeitsmedium in Form einer Suspension aus Arbeitsmittel und Schmiermittel vor, wobei insbesondere keine oder nur eine geringfügige Lösung von Schmiermittel im Arbeitsmittel stattfindet. Eine geringfügige Lösung ist dabei eine Lösung von weniger als 15%, vorzugsweise von weniger als 10%, höchstvorzugsweise von weniger als 5% von Schmiermittel im Arbeitsmittel. Auf diese Weise kann das Schmiermittel im Schmiermittelabscheider gut vom Arbeitsmittel getrennt werden.

[0016] Das abgeschiedene Schmiermittel kann aufgrund der Druckbeaufschlagung, insbesondere direkt und/oder ohne gepumpt zu werden, vorzugsweise zu Schmierstellen der Expansionsmaschine, insbesondere zu einem Lager der Expansionsmaschine, strömen; wobei vorzugsweise eine Regelung eines Volumenstroms des Schmiermittels zur Expansionsmaschine erfolgt. Dies erübrigt eine weitere Pumpe (Ölpumpe) und reduziert somit den konstruktiven Aufwand und die Kosten. Eine Regelung des Volumenstroms kann mittels eines Regelventils in einer Leitung zwischen dem Schmiermittelabscheider und der Expansionsmaschine erfolgen.

[0017] Gemäß einer anderen Weiterbildung wird eine Strömungsgeschwindigkeit des Arbeitsmediums in dem

Schmiermittelabscheider reduziert. Dies begünstigt die Phasentrennung von Schmiermittel und Arbeitsmittel.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhafterweise zur Schmierung einer volumetrisch arbeitenden Expansionsmaschine einer Organic Rankine Cycle (ORC) - Anlage eingesetzt werden. Somit kann das Arbeitsmedium in Form eines organischen Arbeitsmittels bereitgestellt werden. Fluorierte Kohlenwasserstoffe können beispielsweise als Arbeitsmittel dienen. Während das Arbeitsmittel typischerweise im wesentlichen dampfförmig von dem Verdampfer zu der Expansionsmaschine geliefert wird, kann das abgereicherte Arbeitsmedium einen Anteil von Schmiermittel im flüssigen Zustand, beispielsweise in Form von Öltröpfchen, enthalten, die mit dem Dampf des Arbeitsmittels mitgerissen werden. Das Schmiermittel in Form von Öltröpfchen kann beispielsweise ein Kältemittelöl sein, welches in Kombination mit einem Arbeitsmittel eine Mischungslücke aufweist (siehe auch detaillierte Beschreibung unten). Geeignete Kältemittelöle sind z.B. auf Polyalphaolefin-Basis (PAO, Basisflüssigkeit für Schmierstoffe, z.B. Rensio Synth 68 von Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH) oder Alkylbenzol-Basis (z.B. Rensio SP 220 von Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH) hergestellt.

[0019] Die oben genannte Aufgabe wird auch durch ein thermodynamische Kreisprozessvorrichtung gelöst, die umfasst: ein Arbeitsmedium mit einem Arbeitsmittel und einem Schmiermittel, eine Expansionsmaschine, eine Speisepumpe zum Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums, und ein Schmiermittelabscheider zum Abscheiden zumindest eines Teils des Schmiermittels aus dem Arbeitsmedium, wobei die Kreisprozessvorrichtung dazu ausgebildet ist, zumindest einen Teil des abgeschiedenen Schmiermittels vom Schmiermittelabscheider an die Expansionsmaschine zu liefern. Vorteile der erfindungsgemäßen Kreisprozessvorrichtung und deren Weiterbildungen sind analog zu dem erfindungsgemäßen Verfahren und dessen Weiterbildungen.

[0020] Die erfindungsgemäße thermodynamische Kreisprozessvorrichtung kann weiterhin umfassen: einen Kondensator zum Verflüssigen des Arbeitsmediums, und einen Verdampfer zum Verdampfen des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums, wobei die Kreisprozessvorrichtung dazu ausgebildet ist, das Arbeitsmedium von der Expansionsmaschine an den Kondensator zu liefern, das von Schmiermittel abgereicherte Arbeitsmedium von dem Schmiermittelabscheider an den Verdampfer zu liefern, und das verdampfte Arbeitsmedium an die Expansionsmaschine zu liefern.

[0021] Die Kreisprozessvorrichtung kann weiterhin einen Speisebehälter umfassen, wobei die Kreisprozessvorrichtung dazu ausgebildet ist, das verflüssigte Arbeitsmedium von dem Kondensator an den Speisebehälter zu liefern und das Arbeitsmedium vom Speisebehälter an die Speisepumpe zu liefern.

[0022] Weiterhin kann eine Absaugvorrichtung zum Absaugen zumindest einer oben schwimmenden, schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums in dem

Speisebehälter vorgesehen sein oder es kann eine Absaugvorrichtung zum gleichzeitigen Absaugen einer schmiermittelarmen und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums aus dem Speisebehälter vorgesehen sein oder es kann eine Mischvorrichtung zum Mischen einer schmiermittelarmen und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums im Speisebehälter vorgesehen sein.

[0023] Die Kreisprozessvorrichtung kann eine Organic-Rankine-Cycle-Vorrichtung sein, in der ein organisches Arbeitsmedium Verwendung findet, und die Expansionsmaschine kann aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus einer Kolbenexpansionsmaschine, Schraubenexpansionsmaschine, einem Scrollexpander, einer Flügelzellenmaschine und einem Rootsexpander besteht.

[0024] Der Schmiermittelabscheider kann weiterhin dazu ausgebildet sein, zumindest einen Teil des abgetrennten Schmiermittels der Expansionsmaschine entsprechenden Schmierstellen, wie zu schmierenden Lagern der Expansionsmaschine, zuzuführen. Insbesondere kann gemäß einer Weiterbildung eine Rohrleitung vorgesehen sein, in der das in dem Schmiermittelabscheider abgeschiedene Schmiermittel zu Schmierstellen der Expansionsmaschine, insbesondere zu einem Lager der Expansionsmaschine, geleitet wird; und wobei die Rohrleitung vorzugsweise ein Regelventil zur Volumenstromregelung des Schmiermittels aufweisen kann.

[0025] Weiterhin wird ein Dampfkraftwerk, beispielsweise ein Geothermie-Dampfkraftwerk oder ein Biomasseverbrennungs-Dampfkraftwerk, bereitgestellt, das die Vorrichtung gemäß einem der obigen Beispiele umfasst.

[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]

Figur 1 stellt ein Schmiermedium für eine volumetrische Expansionsmaschine gemäß dem Stand der Technik dar.

Figur 2 veranschaulicht beispielhaft ein Schmiermedium für eine volumetrische Expansionsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung.

Figur 3 stellt unterschiedliche Zustände des Arbeitsmediums im Speisebehälter schematisch dar.

Figur 4 veranschaulicht einen Speisebehälter mit

Absaugvorrichtung zu gleichzeitiger Entnahme von ölreicher und ölarmer Phase.

Ausführungsformen

[0028] Wie es in Figur 2 gezeigt ist, umfasst eine Schmiermedium für eine volumetrische Expansionsmaschine in einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung gemäß einem Beispiel für die vorliegende Erfindung einen Schmiermittelabscheider (im Weiteren beispielhaft einen Ölabscheider) 10, der im Kreisprozess zwischen einer Speisepumpe 50 und einem Verdampfer 20 angeordnet ist. Der Verdampfer 20 erzeugt ein vollständig oder teilweise verdampftes Arbeitsmedium (Frischdampf), welches an eine Expansionsmaschine 30 geliefert wird, die durch das Arbeitsmedium angetrieben wird und in Zusammenarbeit mit einem Generator 40 der Gewinnung elektrischer Energie dient. Das Arbeitsmedium verlässt die Expansionsmaschine 30 als Schmierstoff-Arbeitsmittel-Spray und strömt zum Kondensator 60. Im Kondensator 60 erfolgt eine Verflüssigung des Arbeitsmediums, wobei keine oder nur eine geringfügige Lösung vom Schmiermittel im Arbeitsmittel stattfinden sollte. Das verflüssigte Arbeitsmedium wird vorzugsweise in einem Speisebehälter 70 gesammelt. Die Speisepumpe 50 saugt das flüssige Arbeitsmedium aus dem Speisebehälter 70, erhöht dessen Druck und befördert es in den Schmiermittelabscheider 10. Die Suspension aus Schmiermittel und Arbeitsmittel wird auf Frischdampfdruck gebracht. Das Arbeitsmedium besteht aus dem eigentlichen Arbeitsmittel und einem Schmiermittel. Das abgeschiedene Schmiermittel wird vom Schmiermittelabscheider 10 direkt, also ohne weitere Pumpe, an das Lager der Expansionsmaschine 30 zu dessen Schmierung und Kühlung geliefert. Das von Schmiermittel angereicherte Arbeitsmedium wird dann wieder dem Verdampfer 20 zugeführt, und der Kreisprozess schließt sich.

[0029] Während im Stand der Technik, wie es oben mit Bezug auf Figur 1 beschrieben ist, eine Abscheidung des Schmiermittels aus dem Abdampfstrom-also niederdruckseitig-erfolgt, wird erfindungsgemäß zumindest ein Teil des Schmiermittels hochdruckseitig aus dem mit Schmiermittel versetzten Arbeitsmedium abgeschieden. Bei der Trennung des Schmiermittels vom Arbeitsmittel wird bevorzugt die unterschiedliche Dichte von Arbeitsmittel und Schmiermittel ausgenutzt. Einbauten im Schmiermittelabscheider 10 sowie eine Aufweitung des Querschnitts und eine damit einhergehende Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit begünstigen die Phasentrennung. In der Regel kann das Schmiermittel im oberen Bereich des Schmiermittelabscheiders 10 abgeleitet werden. Da das abgeleitete Schmiermittel auf einem hohen Druckniveau vorliegt, kann es direkt z.B. über eine Rohrleitung an Lagerstellen der Expansionsmaschine 30 geleitet werden.

[0030] Aufgrund der geringfügigen Löslichkeit von Öl im Arbeitsmittel passiert ein Teil des Schmiermittels den

Schmiermittelabscheider 10 und wird gemeinsam mit dem Arbeitsmittel zum Verdampfer 20 geleitet. Auch hier verlässt das Schmiermittel den Verdampfer 20 flüssig, jedoch auf Frischdampf Temperatur. Das fein verteilte im Dampf vorliegende Schmiermittel sorgt für eine sichere Flankenschmierung in der Expansionsmaschine 30.

[0031] Folgende Vorteile der Erfindung sind zu nennen. Da eine Flüssigkeit mit hoher Dichte getrennt wird, ergibt sich eine kompakte Bauweise des Schmiermittelabscheiders 10. Es ergeben sich nur geringe Druckverluste. Das Schmiermittel (Öl) hat die für die jeweilige Verwendung passende Temperatur. Heißes Öl wird für die Flankenschmierung eingesetzt, und kühles Öl wird für die Lagerschmierung und -kühlung eingesetzt. Aufgrund des gegenüber dem Stand der Technik reduzierten Flüssigkeitsinventars ergibt sich eine schnellere Inbetriebnahme der Kreisprozessvorrichtung. Da gemäß dem beschriebenen Beispiel das in dem Ölabscheider 10 abgetrennte Schmieröl unter hohem Druck steht, so dass es frei durch den Druck verursacht zu der Expansionsmaschine 30 strömen kann, besteht keine Notwendigkeit für das Bereitstellen einer weiteren Pumpeinrichtung für das Schmiermittel. Es kann jedoch in vorteilhafter Weise ein Druckreduzierventil (Regelventil) zwischen Ölabscheider und Expansionsmaschine eingesetzt werden, um etwa die bei unterschiedlichen Betriebspunkten auftretenden Volumenstromschwankungen des Schmiermittels auszugleichen.

[0032] Ein weiterer Vorteil ist, dass im Vergleich zum Stand der Technik ein geringeres Volumen pro Zeit durch den Ölabscheider 10 fließt, so dass dieser vergleichsweise kompakt ausgebildet werden kann, woraus sich eine Raumersparnis und Kostenersparnis ergeben. Weiterhin wird der Druckverlust nach der Expansionsmaschine 30 verringert und es kann so das Druckgefälle über die Expansionsmaschine 30 im Vergleich zur herkömmlichen Konfiguration mit einem der Expansionsmaschine 30 nachgeordneten Ölabscheider 10 vergrößert werden, so dass der Wirkungsgrad der Expansionsmaschine 30 erhöht werden kann.

[0033] Bei der konstruktiven Umsetzung der Erfindung ist ein Arbeitsmedium zu verwenden, das eine ausreichend große Mischungslücke aufweist. Das bedeutet, dass sich eine ölarme flüssige Phase und eine ölleiche flüssige Phase herausbilden. Geht man z.B. von einem reinen Kältemittel aus und fügt Öl hinzu, so kann dies abhängig von der Temperatur bis zu einem gewissen Prozentsatz im Arbeitsmittel gelöst werden. Steigert man die Ölkonzentration weiter, so bildet sich eine zweiphasige Mischung aus, die aus einer ölarmer und einer ölleichen flüssigen Phase besteht. Gibt man weiter Öl hinzu, so bildet sich schließlich eine einheitliche ölleiche Phase.

[0034] Beispielsweise kann das Arbeitsmittel in Form eines fluorierten Kohlenwasserstoffes, z.B. R134a, R245fa, und das Schmiermittel in Form eines Kältemittelöls bereitgestellt werden. Geeignete Kältemittelöle sind z.B. auf Polyalphaolefin-Basis (PAO, Basisflüssig-

keit für Schmierstoffe, z.B. Rensio Synth 68 von Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH) oder Alkylbenzol-Basis (z.B. Rensio SP 220 von Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH) hergestellt. Das Schmieröl wird i.a. eine gegenüber dem Arbeitsmedium deutlich erhöhte Siedetemperatur aufweisen, so dass es nach dem Durchgang durch den Verdampfer 20 flüssig in Tröpfchenform in dem Arbeitsdampf des Arbeitsmediums vorliegt.

[0035] Die Inbetriebnahme eines Systems, in dem sich die zweiphasige Mischung aufgrund der Dichteunterschiede im Speisebehälter 70 z.B. nach längerem Stillstand oder auch aufgrund einer schnellen Trenngeschwindigkeit im Betrieb getrennt hat, ist jedoch problematisch. Im rechten Teil der Figur 3 ist eine solche Phasentrennung (Entmischung) im Speisebehälter 70 schematisch dargestellt, wobei M1 die ölarmer Phase und M2 die ölleiche Phase bezeichnet, wohingegen im linken Teil der Figur 3 die zweiphasige Mischung M1+M2 während des Betriebs dargestellt ist. Bei einem konventionellen Speisebehälter, wie er in Kälteanlagen oder auch in ORC-Anlagen zum Einsatz kommt, wird das Arbeitsmedium am Boden abgezogen, somit würde im Falle einer Phasentrennung nur die ölarmer Phase M1 zur Speisepumpe gelangen. Um dieses Problem zu lösen, kann der Speisebehälter um eine Absaugeinrichtung 71 erweitert werden, was z.B. eine Absauglanze sein kann, wie es in Figur 4 dargestellt ist. Die Absauglanze besitzt beispielsweise eine oder mehrere obere und eine oder mehrere untere Bohrungen, mit denen das Verhältnis der Volumenströme von ölleicher und ölarmer Phase definiert werden kann. An den Einlassöffnungen der Absauglanze stellt sich jeweils genau die Strömungsgeschwindigkeit ein, mit der der Druckverluste in der Ansauglanze ausgeglichen sind. Durch den Durchmesser der Bohrungen sowie deren Anzahl und Anordnung kann das Verhältnis der angesaugten Volumenströme eingestellt werden. Im unteren zur Speisepumpe führenden Rohrteil der Absauglanze mischen sich die beiden Phasen und werden im Schmiermittelabscheider wieder voneinander getrennt. Bei der beispielhaft genannten festen Absauglanze 71 werden bei Vorhandensein von zwei Phasen diese mit einem sich einstellenden Volumenverhältnis angesaugt.

[0036] Die Absaugeinrichtung kann jedoch konstruktiv auch auf andere Weise dargestellt werden. Es kann durch einen Schwimmer in einem beweglichen Aufbau bei Vorhandensein von zwei Phasen zumindest die obenauf schwimmende Phase abgesaugt werden. Es kann durch ein schaltbares Ventil bei Vorhandensein von zwei Phasen zumindest die obenauf schwimmende Phase abgesaugt werden. Es können durch ein durch den Volumenstrom angetriebenes Mischrad die beiden Phasen gemischt werden, so dass bei Vorhandensein von zwei Phasen diese gemischt angesaugt werden. Es können durch ein motorisch angetriebenes Mischrad die beiden Phasen gemischt werden, so dass bei Vorhandensein von zwei Phasen diese gemischt angesaugt werden.

[0037] Zusammenfassend betrifft die Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abtrennung von

Schmiermittel aus dem flüssigen Arbeitsmedium. Aus diesem Grund wird eine Arbeitsmittel-Öl-Paarung eingesetzt, bei der sich das Öl und das Arbeitsmittel nur geringfügig ineinander lösen. Deshalb kann in einem Schmiermittelabscheider das Öl für die Lagerschmierung und -kühlung in einer Expansionsmaschine abgeführt werden. Da es im Speisebehälter zu einer Entmischung kommen kann, muss durch eine Vorrichtung sichergestellt werden, dass in diesem Fall beide Phasen angesaugt werden, was z.B. durch eine Absauglanze realisiert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Schmierung einer Expansionsmaschine in einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung, wobei die Kreisprozessvorrichtung die Expansionsmaschine, eine Speisepumpe, einen Schmiermittelabscheider und ein Arbeitsmedium mit einem Arbeitsmittel und einem Schmiermittel umfasst, und wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums mit der Speisepumpe;
 Liefern des druckbeaufschlagten Arbeitsmediums von der Speisepumpe an den Schmiermittelabscheider;
 Abscheiden zumindest eines Teils des Schmiermittels aus dem Arbeitsmedium mit dem Schmiermittelabscheider; und
 Liefern zumindest eines Teils des abgeschiedenen Schmiermittels vom Schmiermittelabscheider an die Expansionsmaschine.

2. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Kreisprozessvorrichtung weiterhin einen Kondensator und einen Verdampfer umfasst, und wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Schritte umfasst:

Liefern des Arbeitsmediums von der Expansionsmaschine an den Kondensator;
 Verflüssigen des Arbeitsmediums mit dem Kondensator;
 Liefern des verflüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator an die Speisepumpe;
 Liefern des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums von dem Schmiermittelabscheider an den Verdampfer;
 Verdampfen des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums in dem Verdampfer; und
 Liefern des verdampften Arbeitsmediums an die Expansionsmaschine.

3. Das Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Kreisprozessvorrichtung weiterhin einen Speisebehälter umfasst, und wobei der Schritt des Lieferns des ver-

flüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator an die Speisepumpe die Teilschritte (i) Liefern des verflüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator an den Speisebehälter und (ii) Liefern des Arbeitsmediums vom Speisebehälter an die Speisepumpe umfasst.

4. Das Verfahren gemäß Anspruch 3, in dem das Liefern des Arbeitsmediums vom Speisebehälter an die Speisepumpe das gleichzeitige Absaugen einer schmiermittelparmen und einer schmiermittelfeichen Phase des Arbeitsmediums aus dem Speisebehälter oder ein Mischen einer schmiermittelparmen und einer schmiermittelfeichen Phase des Arbeitsmediums im Speisebehälter umfasst.

5. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem das durch den Kondensator verflüssigte Arbeitsmedium in Form einer Suspension aus Arbeitsmittel und Schmiermittel vorliegt, insbesondere wobei keine oder nur eine geringfügige Lösung von weniger als 15%, vorzugsweise von weniger als 10%, höchstvorzugsweise von weniger als 5% Schmiermittel im Arbeitsmittel stattfindet.

6. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem das abgeschiedene Schmiermittel aufgrund der Druckbeaufschlagung, insbesondere direkt und/oder ohne gepumpt zu werden, zu Schmierstellen der Expansionsmaschine, insbesondere zu einem Lager der Expansionsmaschine, strömt, und wobei vorzugsweise eine Regelung eines Volumenstroms des Schmiermittels zur Expansionsmaschine erfolgt.

7. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit dem weiteren Schritt: Reduzieren einer Strömungsgeschwindigkeit des Arbeitsmediums in dem Schmiermittelabscheider.

8. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem das Arbeitsmittel in Form eines organischen Arbeitsmittels bereitgestellt wird, wobei das Arbeitsmedium insbesondere einen fluorierten Kohlenwasserstoff umfasst oder daraus besteht und/oder das Schmiermittel insbesondere ein Kältemittelöl umfasst oder daraus besteht.

9. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung, umfassend:

ein Arbeitsmedium mit einem Arbeitsmittel und einem Schmiermittel;
 eine Expansionsmaschine;
 eine Speisepumpe zum Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums; und
 ein Schmiermittelabscheider zum Abscheiden zumindest eines Teils des Schmiermittels aus

- dem Arbeitsmedium;
wobei die Kreisprozessvorrichtung dazu ausgebildet ist, zumindest einen Teil des abgeschiedenen Schmiermittels vom Schmiermittelabscheider an die Expansionsmaschine zu liefern.
10. Die Kreisprozessvorrichtung gemäß Anspruch 9, weiterhin umfassend:
- einen Kondensator zum Verflüssigen des Arbeitsmediums; und
einen Verdampfer zum Verdampfen des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums; wobei die Kreisprozessvorrichtung dazu ausgebildet ist, das Arbeitsmedium von der Expansionsmaschine an den Kondensator zu liefern, das von Schmiermittel abgereicherte Arbeitsmedium von dem Schmiermittelabscheider an den Verdampfer zu liefern, und das verdampfte Arbeitsmedium an die Expansionsmaschine zu liefern.
11. Die Kreisprozessvorrichtung gemäß Anspruch 9 oder 10, in der die Kreisprozessvorrichtung weiterhin einen Speisebehälter umfasst, und wobei die Kreisprozessvorrichtung dazu ausgebildet ist, das verflüssigte Arbeitsmedium von dem Kondensator an den Speisebehälter zu liefern und das Arbeitsmedium vom Speisebehälter an die Speisepumpe zu liefern.
12. Die Kreisprozessvorrichtung gemäß Anspruch 11, wobei eine Absaugvorrichtung zum Absaugen zumindest einer oben schwimmenden, schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums in dem Speisebehälter vorgesehen ist oder wobei eine Absaugvorrichtung zum gleichzeitigen Absaugen einer schmiermittelarmen und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums aus dem Speisebehälter vorgesehen ist oder wobei eine Mischvorrichtung zum Mischen einer schmiermittelarmen und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums im Speisebehälter vorgesehen ist.
13. Die Kreisprozessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, in der die Kreisprozessvorrichtung eine Organic-Rankine-Cycle-Vorrichtung ist und/oder in der die Expansionsmaschine aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Kolbenexpansionsmaschine, Schraubenexpansionsmaschine, einem Scrollexpander, einer Flügelzellenmaschine und einem Rootsexpander besteht.
14. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, weiterhin eine Rohrleitung umfassend, in der das in dem Schmiermittelabscheider abgeschiedene Schmiermittel zu Schmierstellen der Expansionsmaschine, insbesondere zu einem Lager der Expan-

sionsmaschine, geleitet wird, und wobei die Rohrleitung vorzugsweise ein Regelventil zur Volumenstromregelung des Schmiermittels aufweist.

- 5 15. Dampfkraftwerk, das die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14 umfasst.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

- 10 1. Verfahren zur Schmierung einer Expansionsmaschine in einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung, wobei die Kreisprozessvorrichtung die Expansionsmaschine (30), eine Speisepumpe (50), einen Schmiermittelabscheider (10), einen Verdampfer (20), einen Kondensator (60) und ein Arbeitsmedium mit einem Arbeitsmittel und einem Schmiermittel umfasst, und wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums mit der Speisepumpe (50);

Liefern des druckbeaufschlagten Arbeitsmediums von der Speisepumpe (50) an den Schmiermittelabscheider (10);

Abscheiden eines Teils des Schmiermittels aus dem Arbeitsmedium mit dem Schmiermittelabscheider (10), in der Art, dass das in dem abgereicherten Arbeitsmedium verbleibende Schmiermittel aufeinander abwälzende oder gleitende Teile der Arbeitskammer der Expansionsmaschine (30) schmiert;

Liefern zumindest eines Teils des abgeschiedenen Schmiermittels vom Schmiermittelabscheider (10) an die Expansionsmaschine (30).

Liefern des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums von dem Schmiermittelabscheider (10) an den Verdampfer (20);

Verdampfen des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums in dem Verdampfer (20);

Liefern des verdampften Arbeitsmediums an die Expansionsmaschine (30);

Liefern des Arbeitsmediums von der Expansionsmaschine (30) an den Kondensator (60);

Verflüssigen des Arbeitsmediums mit dem Kondensator (60); und

Liefern des verflüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator (60) an die Speisepumpe (50).

2. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Kreisprozessvorrichtung weiterhin einen Speisebehälter (70) umfasst, und wobei der Schritt des Liefern des verflüssigten Arbeitsmediums von dem Kondensator (60) an die Speisepumpe (50) die Teilschritte (i) Liefern des verflüssigten Arbeitsmediums

von dem Kondensator (60) an den Speisebehälter (70) und (ii) Liefern des Arbeitsmediums vom Speisebehälter (70) an die Speisepumpe (50) umfasst.

3. Das Verfahren gemäß Anspruch 2, in dem das Liefern des Arbeitsmediums vom Speisebehälter (70) an die Speisepumpe (50) das gleichzeitige Absaugen einer schmiermittelarmer und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums aus dem Speisebehälter (70) oder ein Mischen einer schmiermittelarmer und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums im Speisebehälter (70) umfasst.

4. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem das durch den Kondensator (60) verflüssigte Arbeitsmedium in Form einer Suspension aus Arbeitsmittel und Schmiermittel vorliegt, insbesondere wobei keine oder nur eine geringfügige Lösung von weniger als 15%, vorzugsweise von weniger als 10%, höchstvorzugsweise von weniger als 5% Schmiermittel im Arbeitsmittel stattfindet.

5. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem das abgeschiedene Schmiermittel aufgrund der Druckbeaufschlagung, insbesondere direkt und/oder ohne gepumpt zu werden, zu Schmierstellen der Expansionsmaschine (30), insbesondere zu einem Lager der Expansionsmaschine (30), strömt, und wobei vorzugsweise eine Regelung eines Volumenstroms des Schmiermittels zur Expansionsmaschine (30) erfolgt.

6. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit dem weiteren Schritt: Reduzieren einer Strömungsgeschwindigkeit des Arbeitsmediums in dem Schmiermittelabscheider (10).

7. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem das Arbeitsmittel in Form eines organischen Arbeitsmittels bereitgestellt wird, wobei das Arbeitsmittel insbesondere einen fluorierten Kohlenwasserstoff umfasst oder daraus besteht und/oder das Schmiermittel insbesondere ein Kältemittelöl umfasst oder daraus besteht.

8. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung, umfassend:

ein Arbeitsmedium mit einem Arbeitsmittel und einem Schmiermittel;
eine Expansionsmaschine (30);
eine Speisepumpe (50) zum Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums; und
einen Schmiermittelabscheider (10) zum Abscheiden eines Teils des Schmiermittels aus dem Arbeitsmedium, in der Art, dass in dem an den Verdampfer (20) gelieferten Arbeitsmedium

nach Abscheiden des einen Teils des Schmiermittels eine Menge an Schmiermittel verbleibt, so dass eine Schmierung aufeinander abwälzender oder gleitender Teile der Arbeitskammer der Expansionsmaschine (30) erreicht werden kann;

einen Verdampfer (20) zum Verdampfen des von Schmiermittel abgereicherten Arbeitsmediums; und

einen Kondensator (60) zum Verflüssigen des Arbeitsmediums;

wobei zumindest ein Teil des abgeschiedenen Schmiermittels vom Schmiermittelabscheider (10) an die Expansionsmaschine (30) lieferbar ist;

das von Schmiermittel abgereicherte Arbeitsmedium von dem Schmiermittelabscheider (10) an den Verdampfer (20) lieferbar ist;

das von Schmiermittel abgereicherte Arbeitsmedium von dem Verdampfer (20) an die Expansionsmaschine (30) lieferbar ist; und

das Arbeitsmedium von der Expansionsmaschine (30) an den Kondensator (60) lieferbar ist.

9. Die Kreisprozessvorrichtung gemäß Anspruch 8, in der die Kreisprozessvorrichtung weiterhin einen Speisebehälter (70) umfasst, und wobei die Kreisprozessvorrichtung dazu ausgebildet ist, das verflüssigte Arbeitsmedium von dem Kondensator (60) an den Speisebehälter (70) zu liefern und das Arbeitsmedium vom Speisebehälter (70) an die Speisepumpe (50) zu liefern.

10. Die Kreisprozessvorrichtung gemäß Anspruch 9, wobei eine Absaugvorrichtung zum Absaugen zumindest einer oben schwimmenden, schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums in dem Speisebehälter (70) vorgesehen ist oder wobei eine Absaugvorrichtung (71) zum gleichzeitigen Absaugen einer schmiermittelarmer und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums aus dem Speisebehälter (70) vorgesehen ist oder wobei eine Mischvorrichtung zum Mischen einer schmiermittelarmer und einer schmiermittelreichen Phase des Arbeitsmediums im Speisebehälter (70) vorgesehen ist.

11. Die Kreisprozessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, in der die Kreisprozessvorrichtung eine Organic-Rankine-Cycle-Vorrichtung ist und/oder in der die Expansionsmaschine (30) aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Kolbenexpansionsmaschine, Schraubenexpansionsmaschine, einem Scrollexpander, einer Flügelzellenmaschine und einem Rootsexpander besteht.

12. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, weiterhin eine Rohrleitung umfassend, in der

das in dem Schmiermittelabscheider (10) abge-
schiedene Schmiermittel zu Schmierstellen der Ex-
pansionsmaschine (30), insbesondere zu einem La-
ger der Expansionsmaschine (30), geleitet wird, und
wobei die Rohrleitung vorzugsweise ein Regelventil 5
zur Volumenstromregelung des Schmiermittels auf-
weist.

13. Dampfkraftwerk, das die Vorrichtung gemäß ei-
nem der Ansprüche 8 bis 12 umfasst. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

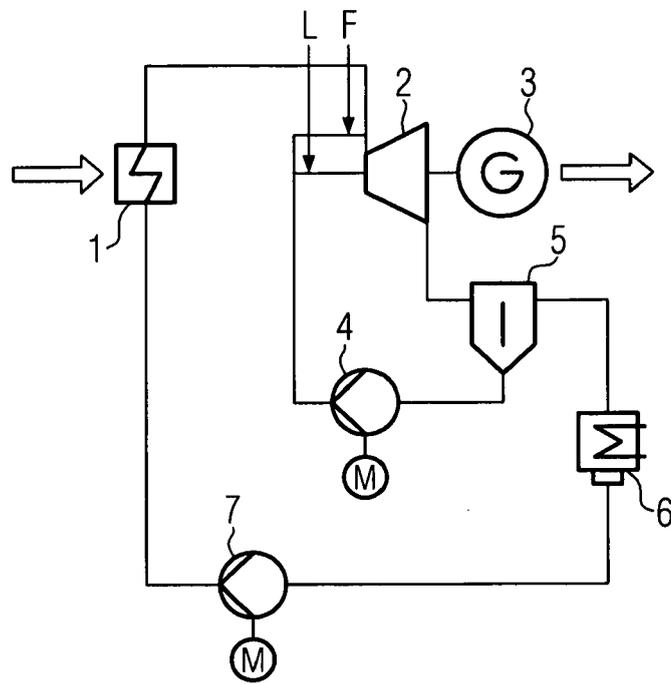


FIG. 1

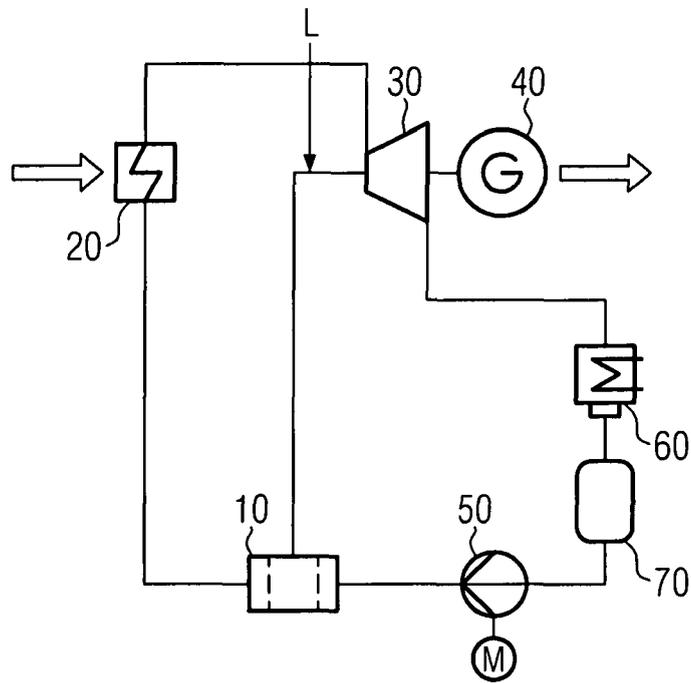
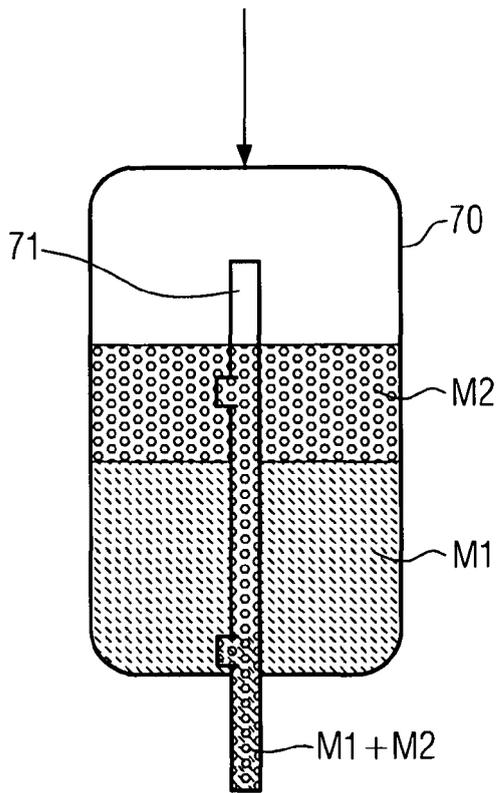
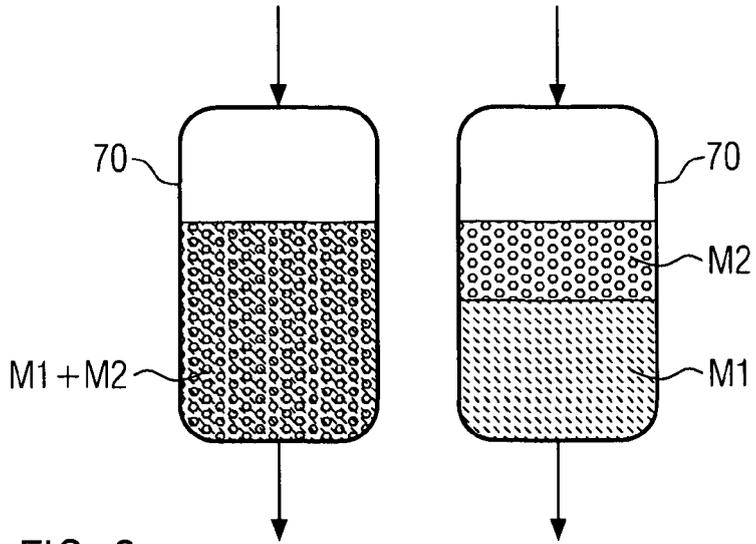


FIG. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 00 3288

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2009 138684 A (PANASONIC CORP) 25. Juni 2009 (2009-06-25)	1-3,6-15	INV. F01K25/10 F04C29/02 F16N7/30 B01D17/04
Y	* Abbildungen * & DATABASE EPODOC [Online] EUROPEAN PATENT OFFICE, THE HAGUE, NL; 7. Dezember 2007 (2007-12-07), shiotani masaru: "rankine cycle device", Database accession no. jp2009138684 * Zusammenfassung; Abbildungen *	4,5	
X	WO 2006/131759 A2 (UNIV CITY [GB]; SMITH IAN KENNETH [GB]; STOSIC NIKOLA RUDI [GB]; KOVAC) 14. Dezember 2006 (2006-12-14)	9-15	
Y	* Seite 1, Zeile 3 - Seite 2, Zeile 20 *	4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01K F04C F16N B01D
A	* Seite 3, Zeile 17 - Seite 6, Zeile 28; Abbildungen 1,2 *	1,2,7,8	
A	DE 10 2008 050137 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8. April 2010 (2010-04-08) * Absätze [0001], [0006] - [0011], [0016] - [0019]; Abbildungen *	1,5,9, 12,15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Juli 2011	Prüfer Henkes, Roeland
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 11 00 3288

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.

12-07-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2009138684 A	25-06-2009	KEINE	

WO 2006131759 A2	14-12-2006	AU 2006256540 A1	14-12-2006
		CA 2610762 A1	14-12-2006
		EP 1896698 A2	12-03-2008
		KR 20080025400 A	20-03-2008

DE 102008050137 A1	08-04-2010	KEINE	

EPC FORM P0461

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