

(19)



(11)

EP 2 574 742 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2013 Patentblatt 2013/14

(51) Int Cl.:
F01K 25/10 (2006.01) **F28D 1/04** (2006.01)
F28B 1/06 (2006.01) **F28B 9/08** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11007883.9**

(22) Anmeldetag: **28.09.2011**

(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

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

(72) Erfinder:
• **Aumann, Richard**
80796 München (DE)
• **Schuster, Andreas**
86874 Tussenhausen (DE)
• **Sichert, Andreas**
81379 München (DE)

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

(54) Vorrichtung und Verfahren zur Kondensation von Dampf aus ORC-Systemen

(57) Vorrichtung zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine (3) einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, mit: einem Modul zur Kondensation, wobei das Modul zur Kondensation einen Einlass, sowie

einen oder mehrere Rohrzüge (12), beispielsweise mit im Wesentlichen horizontal angeordneten Rohren, umfasst; einem Flüssigkeitsabscheider zur Abscheidung der kondensierten Flüssigkeit; und einem Flüssigkeitssammler (23) zum Auffangen der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit.

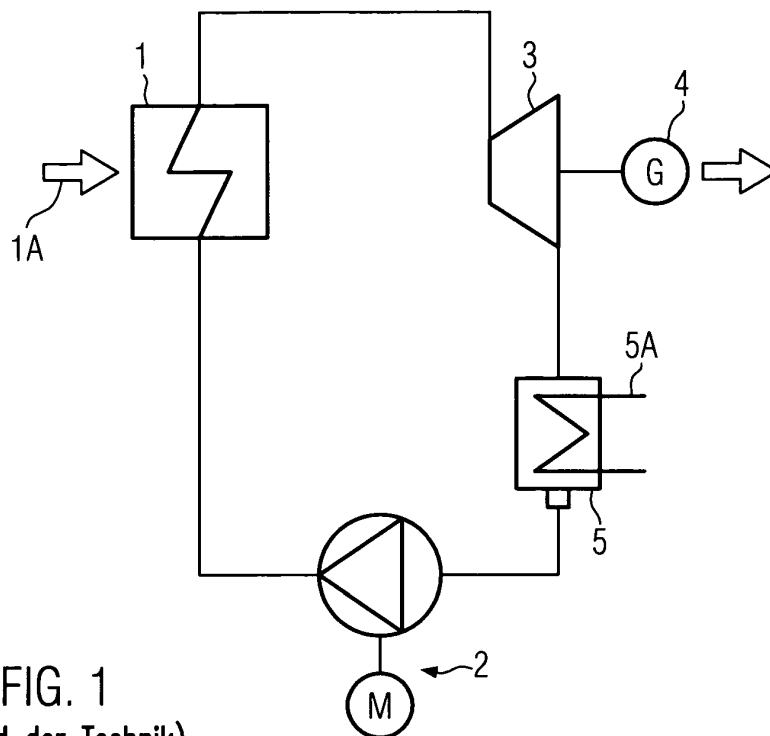


FIG. 1
(Stand der Technik)

EP 2 574 742 A1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit

Stand der Technik

[0002] Der Betrieb von Expansionsmaschinen, wie zum Beispiel Dampfturbinen oder Verdrängermaschinen, beispielsweise Kolbenmaschinen, 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 Wärmeübertrager 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 oder Entspannungsmaschine eines ORC-Systems, wo es auf einen niedrigeren Druck entspannt wird. Im Anschluss strömt der entspannte Arbeitsmediumsdampf durch einen Kondensator, in dem 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] Die Vorteilhaftigkeit der Verwendung von Organic Rankine Cycle-Systemen, insbesondere zur Nutzung von Niedertemperaturwärme, ist hinreichend bekannt. Besonders im Bereich von relativ kleinen Leistungen der Anlagen, etwa im Bereich von 1 kW bis etwa 50 kW, kommen häufig Verdrängermaschinen zum Einsatz. Diese Verdrängermaschinen können Kolbenmaschinen sein. Diese Maschinen benötigen eine gewisse Menge an Öl als Schmiermittel in der Maschine. In dem Maschinenkreislauf läuft das Öl im Kreislauf in der Regel mit dem Arbeitsmedium mit um. Dabei passiert das Öl insbesondere auch den Kondensator der Anlage, wodurch sich ein erhöhter Druckverlust bei der Kondensation ergeben kann.

[0004] Als Stand der Technik können Kondensatoren aus der Kälte- und Klimatechnik, sogenannte Verflüssiger, angesehen werden. In der Kältetechnik wird Dampf nach der Kompression bei hohem Druck und verhältnismäßig hoher Temperatur kondensiert. Der Dampf besitzt bei Eintritt in den Kondensator eine relativ große Dichte. Um ausreichend große Strömungsgeschwindigkeiten zu erhalten, wird der Dampf volumenströmung auf wenige Rohrzüge aufgeteilt, die dann die einzelnen Ebenen des Kondensators durchlaufen.

[0005] Der Kondensator besitzt typischerweise einen Einlass und einen Auslass zwischen denen die Rohrzüge angeordnet sind, in denen der überwiegende Teil der Kondensation stattfindet. Häufig sind die Rohre der Rohrzüge im Wesentlichen horizontal angeordnet. Bei horizontaler Anordnung benötigt das Kondensat ferner eine Triebkraft, um zum Auslass des Kondensators zu gelangen. Hierfür müssen der Dampf und das Kondensat im Gleichstrom fließen. Das Kondensat wird dabei vom Dampf durch die Rohrleitungen "geblasen". Für den Transport des Kondensats mittels des Dampfs ist Energie nötig. Dies äußert sich in einem Druckverlust innerhalb des Kondensators, wobei der Druckverlust zwischen dem Eintritt des Dampfs in den Kondensator und dem Austritt des Kondensats messbar ist. Der Druckverlust nimmt mit der Strömungsgeschwindigkeit des Dampfs bei turbulenter Strömung quadratisch zu. Weiterhin ist der Druckverlust abhängig von der Viskosität der Flüssigkeit. Insbesondere erhöht sich der Druckverlust mit der Viskosität der Flüssigkeit.

[0006] Das oben erwähnte Öl in den Verdrängermaschinen wird beispielsweise zur Schmierung von Flanken und Lagern verwendet. Mit anderen Worten geht es um die Schmierung von aneinander gleitenden und / oder abwälzenden Bauteilen. Das Öl nimmt an dem Kreislauf der Maschine teil. Man kann ferner von einem Fluid sprechen, dass ein Gemisch aus dem eigentlichen Arbeitsmedium der Maschine und dem Öl beziehungsweise einer ölhaltigen Flüssigkeit darstellt.

[0007] Das Öl passiert die Expansionsmaschine gemeinsam mit dem Dampf und verlässt die Expansionsmaschine beispielsweise als Öl-Dampf-Spray oder Öl-Dampf-Nebel. Es liegt somit insbesondere bereits am Eingang des Kondensators als Flüssigkeit im Dampf vor. Das heißt, während der größere Teil des Dampfs als noch dampfförmiges Arbeitsmedium vorliegt, ist ein Teil des Dampfs bereits bei oder sogar vor dem Eingang / Einlass in den Kondensator zumindest teilweise mit ölhaltigen Flüssigkeitströpfchen durchsetzt. Anfangs, das heißt nahe dem Einlass des Kondensators wird noch wenig Kondensat abgeschieden, wobei der Anteil an Öl an diesem Kondensat sehr hoch ist. Es ist praktisch beinahe reines Öl. Entsprechend ist die Viskosität dieser abgeschiedenen Flüssigkeit sehr hoch. Dadurch können für den Kondensator sehr ungünstige, sehr hohe Druckverluste erzeugt werden. Diese Druckverluste können wiederum die Leistung der gesamten Anlage, insbesondere der Expansionsmaschine, reduzieren, wodurch letztlich der

Wirkungsgrad des gesamten Prozesses reduziert wird. Dabei kann es zu Leistungseinbußen im zweistelligen Prozentbereich kommen.

[0008] Im Vergleich zur Klimatechnik wird insbesondere bei ORC-Systemen das Arbeitsmedium bei niedrigeren Drücken kondensiert. Der Dampf besitzt hier also eine niedrigere Dichte. Es wird bei ähnlichen Massenströmen und Kondensationsleistungen ein deutlich größerer Volumenstrom erreicht. Bei gleicher Bauform des Kondensators bedeutet dies eine größere Geschwindigkeit des Dampfes und damit deutlich größere Druckverluste.

[0009] Eine Verbesserung der Kondensation und eine Reduzierung der Druckverluste kann durch eine häufigere Aufteilung des Dampfvolumentstroms angestrebt werden. Das Problem des Öls oder ölarziger oder ölhaltiger Flüssigkeiten im System und den damit verbundenen Druckverlusten bleibt jedoch bestehen.

[0010] Angesichts der oben skizzierten Problem im Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage bereitzustellen, wodurch die oben skizzierten Nachteile gemildert oder sogar beseitigt werden können und wodurch die damit verbundenen Leistungseinbußen verringert oder sogar überwunden werden können.

Beschreibung der Erfindung

[0011] Die oben genannte Aufgabe wird durch Vorrichtung zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ebenso wird diese Aufgabe durch ein entsprechendes Verfahren zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, gemäß dem Patentanspruch 12 gelöst.

[0012] Die Erfindung stellt eine Vorrichtung zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, bereit, mit einem Modul zur Kondensation, wobei das Modul zur Kondensation einen Einlass, sowie einen oder mehrere Rohrzüge, beispielsweise mit im Wesentlichen horizontal angeordneten Rohren, umfasst; einem Flüssigkeitsabscheider zur Abscheidung der kondensierten Flüssigkeit; und einem Flüssigkeitssammler zum Auffangen der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit.

[0013] Die Abscheidung der insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit aus dem expandierten Dampf kann also in der Vorrichtung erfolgen, wodurch die ölhaltige Flüssigkeit aus der Vorrichtung zur Kondensation heraus gelangen kann und die Ablagerung an den Rohrwänden der ein oder mehreren Rohrzüge deutlich gemindert wer-

den kann.

[0014] Als Flüssigkeit soll hier eine Flüssigkeit verstanden werden, die zumindest teilweise Anteile von Öl und Anteile eines Arbeitsmediums der Wärmekraftanlage umfasst.

[0015] Als Rohrzug soll hier mindestens ein im Wesentlichen horizontal verlaufendes Rohr verstanden werden, an dessen Ende beispielsweise ein Rohrkrümmer sitzt, der einen Fluidstrom durch das Rohr um einen festen Winkel, beispielsweise 180 Grad, umlenken kann. Es sind aber auch andere Winkel für die Rohrkrümmer möglich, beispielsweise 90 Grad. Typischerweise können mehrere Rohrzüge miteinander verbunden werden.

[0016] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann der Flüssigkeitsabscheider insbesondere vor oder am Einlass und/oder nach dem ersten Rohrzug vorgesehen sein; wobei der Flüssigkeitssammler ein Abzweigrohr umfasst, welches ausgebildet ist, wenigstens einen Teil der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit aus der Vorrichtung abzuzweigen.

[0017] Die Vorrichtung zur Kondensation, also der Kondensator, kann in einiger Entfernung oder sogar räumlich getrennt von der Expansionsmaschine aufgestellt sein. Hierdurch können erhebliche Längen von Verbindungsrohren von beispielsweise etlichen Metern bis etlichen zehn Metern auftreten. Dabei kann es möglich sein, bereits vor der Einlass des Kondensators, also beispielsweise unmittelbar bevor ein Verbindungsrohr den von der Expansionsmaschine expandierten Dampf in die Vorrichtung zur Kondensation einleitet, einen Flüssigkeitsabscheider vorzusehen. Das heißt, dieser Flüssigkeitsabscheider kann im Wesentlichen unmittelbar vor oder am Einlass der Vorrichtung vorgesehen sein. Dieser kann bereits in dem Verbindungsrohr kondensierte Flüssigkeit aus dem Verbindungsrohr abscheiden, so dass diese Flüssigkeit oder zumindest ein Teil dieser Flüssigkeit gar nicht erst in die Vorrichtung eintritt. Entsprechend kann ein derartiger Flüssigkeitsabscheider auch unmittelbar nach dem Einlass der Vorrichtung vorgesehen sein. Zusätzlich oder alternativ kann ein Flüssigkeitsabscheider typischerweise nach dem ersten Rohrzug des Moduls der Vorrichtung vorgesehen sein. Dadurch kann ebenfalls bereits möglichst früh wenigstens ein Teil der ölhaltige Flüssigkeit abgeschieden werden, so dass möglichst wenig ölhaltige Flüssigkeit durch die Vorrichtung hindurch oder gar zum Auslass der Vorrichtung gelangt.

[0018] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann der Flüssigkeitsabscheider einen Siphon umfassen, der zwischen dem Abzweigrohr und dem Flüssigkeitssammler angeordnet ist.

[0019] Durch die Verwendung eines Siphons, also eines U-Rohr-Bogens, kann eine definierte Strömungsrichtung des Fluids, also des Gemischs aus Dampf und Flüssigkeit, innerhalb der Vorrichtung unterstützt werden. Typischerweise steht im Siphon die Flüssigkeit. Aufgrund der Höhendifferenz der Flüssigkeitssäule strömt bis zu einer maximalen Druckdifferenz im Wesentlichen

nur Flüssigkeit und im Wesentlichen kein Dampf durch den Siphon.

[0020] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann der Flüssigkeitsabscheider einen Kondensatableiter mit einer Rohrleitung und einem Schwimmer umfassen, der zwischen dem Abzweigrohr und dem Flüssigkeitssammler angeordnet ist. Der Kondensatableiter kann insbesondere beispielsweise beim Anfahren der Anlage in der Vorrichtung gebildetes Kondensat ableiten. Dies kann beispielsweise durch einen Schwimmer geschehen, der in dem Kondensatableiter vorgesehen ist. Der Schwimmer öffnet bei Vorhandensein von Kondensat die Flüssigkeitsableitung. Dadurch kann in der Vorrichtung "stehendes" Kondensat abgeleitet werden. Nach Ableiten des Kondensats, also nach Entleeren des Ableiters schließt der Schwimmer wieder die Flüssigkeitsableitung.

[0021] Es ist ebenso möglich, dass eine Vorrichtung einen Flüssigkeitsabscheider mit einem Siphon und einen weiteren Flüssigkeitsabscheider mit einem Kondensatableiter umfasst. Auch sind weitere Kombinationen von mehreren Siphons und/oder Kondensatableitern möglich.

[0022] Bei einem Siphon sind typischerweise keine weiteren beweglichen Teile nötig. Der Druckverlust über dem Siphon sollte größer oder gleich dem Druckverlust über den restlichen Pfad durch die Vorrichtung sein.

[0023] Die Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann ferner eine Kühlvorrichtung umfassen, die ausgebildet ist, die abgeschiedene, kondensierte Flüssigkeit, zu kühlen, bevor diese in den Flüssigkeitssammler geleitet wird.

[0024] Dort, wo die ölhaltige Flüssigkeit abgeschieden wird, kann die abgeschiedene Flüssigkeit eine Temperatur besitzen, die beispielsweise einen gewünschten, vorgegebenen Wert der Temperatur der bereits im Flüssigkeitssammler gesammelten Flüssigkeit überschreitet. Ein Eintrag dieser abgeschiedenen, wärmeren Flüssigkeit in den Flüssigkeitssammler könnte also eine unerwünschte Temperaturerhöhung der Flüssigkeit im Flüssigkeitssammler nach sich ziehen. Durch eine Kühlung der Stelle der Ableitung, also im Wesentlichen des Abzweigrohres kann ein derartiger Temperatureintrag in den Flüssigkeitssammler vermieden werden. Dabei kann beispielsweise neben einer zusätzlichen Kühlungsvorrichtung auch ein Luftvolumenstrom der Vorrichtung, des Kondensators, verwendet werden.

[0025] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann der Flüssigkeitssammler ein Speisebehälter sein oder die ein oder mehreren Rohrzüge können zusätzlich wenigstens teilweise als Flüssigkeitssammler ausgebildet sein.

[0026] Es kann also ein separater Speisebehälter die Flüssigkeit, die aus der Vorrichtung abgeschieden wird, aufnehmen. Dieser kann beispielsweise dann mit einer Pumpe, etwa einer Speisepumpe, verbunden sein, um Flüssigkeit zum Kreislauf zurück zu pumpen.

[0027] Ebenso ist es möglich, zusätzlich oder alternativ wenigstens Teile eines oder mehrerer der Rohrzüge

als Flüssigkeitssammler vorzusehen. Dadurch kann bei spezifischen Anwendungen auf einen Speisebehälter verzichtet werden oder es kann zusätzlich zu einem Speisebehälter ein Reservoir an Flüssigkeit / Arbeitsmedium vorgesehen werden, etwa wenn ansonsten nur ein kleiner Speisebehälter vorgesehen werden kann. Die Vorrichtung kann dadurch so ausgelegt werden, dass eine genügend große Menge an Flüssigkeit/Arbeitsmedium im unteren Bereich der Rohrzüge der Vorrichtung Platz findet. Dabei kann der Flüssigkeitsstand in den entsprechenden Rohrzügen je nach Lastzustand variieren. Da Wärmeübergänge/-Übertragungen auch im Bereich des Vorrats an Flüssigkeit/Arbeitsmedium auftreten können, kann eine zusätzliche Unterkühlung stattfinden. Dadurch können beispielsweise Kavitationen auch im dynamischen Betrieb vermieden werden.

[0028] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann der Flüssigkeitsabscheider ein erster Flüssigkeitsabscheider sein; die Vorrichtung kann ferner mindestens einen weiteren Rohrzug und mit wenigstens einem weiteren Flüssigkeitsabscheider umfassen, der dem ersten Flüssigkeitsabscheider entspricht, wobei der weitere Flüssigkeitsabscheider nach dem mindestens einem weiteren Rohrzug angeordnet ist und ausgebildet ist, wenigstens einen weiteren Teil der der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit aus der Vorrichtung abzuzweigen.

[0029] Es ist also möglich, bei Vorhandensein von mehreren Rohrzügen, nach einem ersten Flüssigkeitsabscheider, der wie oben beschrieben, beispielsweise vor oder nach einem ersten Rohrzug vorgesehen sein kann, weitere Flüssigkeitsabscheider nach weiteren Rohrzügen vorzusehen. Das heißt, in oder nach einem weiteren oder nach weiteren Rohrzügen kann erneut ein weiterer Teil an Flüssigkeit abgeschieden werden, um die Druckverluste weiter zu reduzieren.

[0030] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann ferner mindestens ein weiteres Modul zur Kondensation vorgesehen sein, das dem Modul wie oben beschrieben entspricht; und ferner kann eine Sammelleitung vorgesehen sein, die vor dem Flüssigkeitsabscheider angeordnet ist, die ausgebildet ist, den expandierten Dampf nach Durchgang durch die ein oder mehreren Rohrzüge zusammenzufassen und an das weitere Modul zur Kondensation weiter zu leiten.

[0031] Beispielsweise kann eine Vorrichtung zur Kondensation, Kondensator, wie oben beschrieben, mehrere Module enthalten. Diese Module können auch als Ebenen bezeichnet werden. Die Module sind typischerweise gleichartig. Bereits am Einlass der Vorrichtung kann der Dampfvolumentstrom für das erste Modul aufgeteilt werden. Vor und/oder nach dem ersten Modul, wie oben beschrieben, kann ein Flüssigkeitsabscheider vorgesehen sein. Noch nicht kondensierter Dampf kann an das nächste Modul weiter geleitet oder transportiert werden. Dazu kann eine Sammelleitung vorgesehen sein, die den expandierten Dampf zusammenfasst und an das nächste Modul weiterleitet. Die Sammelleitung kann vor oder

nach dem Flüssigkeitsabscheider angeordnet sein.

[0032] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann die Sammelleitung einen einzigen, zentralen Anschluss mit einer Leitung zur Weiterleitung des expandierten Dampfs besitzen oder mehrere separate Leitungen zur Weiterleitung des expandierten Dampfs besitzen.

[0033] Die Sammelleitung kann also beispielsweise den expandierten Dampf in einer einzigen Leitung zusammenfassen und weiterleiten. Aus dieser Leitung kann dann die Flüssigkeitsabscheidung erfolgen. Oder die Sammelleitung kann mit einer Mehrzahl von Leitungen verbunden sein, die jede für sich einen Teil des Dampfs an das nächste Modul weiterleiten. Die Sammelleitung leitet dann beispielsweise im Wesentlichen kondensierte Flüssigkeit aus den Leitungen zur Flüssigkeitsabscheidung.

[0034] In der Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann die Sammelleitung ein Gefälle auf den Flüssigkeitsabscheider hin aufweisen.

[0035] Durch ein Gefälle kann die Gravitationskraft genutzt werden, um eine bessere Ableitung der Flüssigkeit zu erreichen. Dabei kann die Neigung typischerweise eine vordefinierte Neigung von einigen Grad betragen. Der Wert der Neigung kann vorgegeben sein, damit die Flüssigkeit selbständig zur Flüssigkeitsabscheidung fließen kann.

[0036] Die vorliegende Erfindung stellt auch eine Wärmekraftanlage mit einer Vorrichtung zur Kondensation, wie oben beschrieben, zur Verfügung.

[0037] Die Vorrichtung, wie oben beschrieben, kann also in einer Wärmekraftanlage, beispielsweise einer Anlage, die einen Clausius-Rankine-Cycle oder einen Organic-Rankine-Cycle nutzt, verwendet werden.

[0038] Die vorliegende Erfindung stellt ferner ein Verfahren zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, mit einem Modul zur Kondensation, wobei das Modul zur Kondensation einen oder mehrere Rohrzüge, beispielsweise mit im Wesentlichen horizontal angeordneten Rohren, umfasst; und einen Flüssigkeitsabscheider, bereit, mit den Schritten: Aufteilen eines Dampfvolumenstroms auf die ein oder mehreren Rohrzüge; Abscheiden wenigstens eines Teils der kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit vor und/oder nach dem ersten Rohrzug; Ausschleusen der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit; und Sammeln der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit.

[0039] Für das erfindungsgemäße Verfahren gilt das bereits oben Gesagte.

[0040] Das Verfahren, wie oben beschrieben, kann ferner den Schritt des Kühlens der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit, umfassen, bevor diese gesammelt wird.

[0041] Das Verfahren, wie oben beschrieben, kann ferner den Schritt des Abscheidens von wenigstens einem weiteren Teil der kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, nach wenigstens einem weiteren Rohrzug

umfassen.

[0042] In dem Verfahren, wie oben beschrieben, kann mindestens ein weiteres Modul zur Kondensation, das dem oben beschriebenen Modul entspricht, vorgesehen sein, und das Verfahren kann ferner die folgenden Schritte umfassen: Zusammenfassen des expandierten Dampfs nach Durchlaufen der ein- oder mehreren Rohrzüge; und Weiterleiten des zusammengefassten, expandierten Dampfs an das weitere Modul zur Kondensation.

[0043] Weitere Merkmale sowie beispielhafte Ausführungsformen und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert.

[0044] Es versteht sich, dass diese beispielhaft gezeigten 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.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0045]

Figur 1 stellt eine Prinzipskizze einer herkömmlichen Wärmekraftanlage dar.

Figur 2 stellt eine Prinzipskizze für eine Aufteilung eines Dampfvolumenstroms in einem herkömmlichen Kondensator einer Wärmekraftanlage dar.

Figur 3 zeigt schematisch das Abscheiden von kondensierter Flüssigkeit in einer Vorrichtung zur Kondensation gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Figur 4 zeigt schematisch das Abscheiden von kondensierter Flüssigkeit in einer Vorrichtung zur Kondensation gemäß einer weiteren Weiterbildung der vorliegenden Erfindung.

Figur 5 zeigt eine detaillierte Darstellung des Abscheidens von kondensierter Flüssigkeit gemäß der Ausführungsform, die in Figur 3 gezeigt ist.

Figur 6 zeigt eine weitere Weiterbildung der Vorrichtung zur Kondensation, die in Figuren 3 und 5 gezeigt ist.

Figur 7 zeigt eine weitere Weiterbildung der Vorrichtung zur Kondensation, die auf der in Figuren 3 und 5 gezeigten Ausführungsform basiert.

Figur 8 zeigt schematisch die Aufteilung eines Dampfvolumenstroms am Eingang eines Moduls einer Vorrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung.

Figur 9 zeigt schematisch eine weitere Ausbildungsform für die Aufteilung eines Dampfvolumenstroms am Eingang eines Moduls einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Figur 10 zeigt schematisch ein Abzweigelement, wie es in den Figuren 8 und 9 Anwendung finden kann.

Detaillierte Beschreibung

[0046] Die Figur 1 zeigt rein schematisch eine herkömmliche Wärmekraftanlage. Dieses kann eine Clausius-Rankine-Anlage oder eine Organic-Rankine-Anlage sein. Die Anlage kann prinzipiell mit Direktverdampfung arbeiten oder mit einem Zwischenkreislauf (hier nicht gezeigt).

[0047] Figur 1 zeigt einen Verdampfer 1, der beispielsweise ein Wärmetauscher oder ein Wärmeübertragungselement sein kann. Wärme aus einer Wärmequelle (hier nicht gezeigt) kann beispielsweise durch ein Fluid wie etwa Rauchgas dem Verdampfer 1 zugeführt werden. Das Zuführen der Wärme ist beispielhaft durch den Pfeil 1 A angedeutet. In dem Verdampfer 1 wird die Wärme aus dem Fluid auf ein Arbeitsmedium / Arbeitsfluid übertragen. Das Arbeitsmedium wird beispielsweise durch eine Speisepumpe 2 dem Verdampfer 1 zugeführt. In dem Verdampfer 1 wird das Arbeitsmedium beispielsweise vollständig verdampft. Es kann ebenso mittels Entspannungsverdampfung nach dem Wärmeübertragungselement verdampft werden. Das nunmehr praktisch vollständig verdampfte Arbeitsmedium wird über eine geeignete Druckleitung einer Expansionsmaschine / Entspannungsmaschine 3 zugeführt. In der Expansionsmaschine 3 kann der unter Druck stehende Dampf des Arbeitsmediums entspannt werden. Durch die Entspannung kann ein Generator 4 geeignet angetrieben werden.

[0048] Die Expansionsmaschine 3 kann eine Verdrängermaschine, beispielsweise eine Kolbenmaschine sein. Das entspannte Arbeitsmedium wird nach der Expansionsmaschine 3 an einen Kondensator 5 weitergeleitet. In dem Kondensator 5 kondensiert das Arbeitsmedium. Dabei entstehende Kondensationswärme kann durch einen weiteren Wärmeübertrager, der mit dem Bezugszeichen 5A versehen ist, oder aber direkt an ein Kühlmedium z.B. Luft, abgeführt werden. Der Wärmeübertrager 5A kann auch ein Kühlelement sein. Das nunmehr verflüssigte Arbeitsmedium wird zur Speisepumpe 2 geleitet und von dort wieder an den Verdampfer 1 geleitet. Es versteht sich, dass gegebenenfalls weitere Pumpen in dem System eingesetzt werden können, die hier nicht gezeigt sind.

[0049] Die Figur 2 zeigt rein schematisch eine herkömmliche Verschaltung von Dampfeinlässen und Rohrzügen in der Klimatechnik. In der linken Hälfte der Figur 2 ist ein Dampfstrom, oder Dampf 10 an einem Einlass eines Kondensators gezeigt. Eine Einlassleitung ist mit dem Bezugszeichen 11 angedeutet. Mit dem Bezugszeichen 12 ist ein Rohrzug angedeutet. Der Rohrzug 12

besteht aus einem oberen Rohr 12A und einem unteren Rohr 12B. Die beiden Rohre 12A und 12B sind mit einem Rohrkrümmer 15 verbunden. Beispielhaft ist der Rohrkrümmer 15 als "180-Grad-Rohrkrümmer" ausgebildet.

Das heißt, der Rohrkrümmer 15 lenkt den Dampfstrom um 180 Grad um. Mehrere Rohrzüge 12 sind gezeigt, bevor der Dampf zu einem weiteren Modul des Kondensators oder bei bereits vollständiger Kondensation zu einer Sammelleitung (hier nicht gezeigt) gelenkt wird, wie durch das Bezugszeichen 14 angedeutet ist.

[0050] In der rechten Hälfte der Figur 2 ist eine weitere Möglichkeit der Verschaltung in Dampfeinlässen gezeigt. Hier sind mehrere Aufteilungen durch mehrere Rohre 16 gezeigt, die den Dampfstrom zu einem weiteren Modul des Kondensators oder bei bereits vollständiger Kondensation zu einer Sammelleitung (hier nicht gezeigt) weiterleiten. Man kann die Rohre 16 ebenfalls als Rohrzüge betrachten, die allerdings keine Rohrkrümmer aufweisen.

[0051] Die Figur 3 zeigt eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dabei sind gleiche Elemente, die bereits in den Figuren 1 oder 2 eingeführt wurden, mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0052] In der Figur 3 wird ein Dampfstrom 10, beispielsweise ein dampfförmiges Arbeitsmedium, das in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiert wurde, in eine Vorrichtung zur Kondensation geleitet. Insbesondere kann die Expansionsmaschine eine Verdrängermaschine sein. Insbesondere kann das dampfförmige Arbeitsmedium, der Dampf, 10 einen Anteil von Öl enthalten, der beispielsweise als Öl-Dampf-Spray vorliegen kann.

[0053] Figur 3 zeigt beispielhaft einen Rohrzug 12 mit einem oberen Rohr 12A und einem unterem Rohr 12B. Die beiden Rohre 12A und 12B sind mit einem Rohrkrümmer 15 verbunden. Hinter dem Rohrkrümmer 15 ist ein Abzweigelement 17 vorgesehen. Das Abzweigelement 17 kann ein Abzweigrohr sein. Im Wesentlichen kann in dem Abzweigelement 17 bereits nach dem ersten Rohrzug 12 oder schon dem ersten Teil des ersten Rohrzugs 12A kondensierte Flüssigkeit abgezweigt werden. Dampförmiges Arbeitsmedium, das nicht am Abzweigelement 17 abgezweigt wird, wird über die Leitung 12B zu einem Speisebehälter 23 geleitet und auf dem Weg zu dem Speisebehälter 23 kondensiert. In dem Speisebehälter 23 ist ein Vorrat an Flüssigkeit 23F vorgesehen. Es versteht sich, dass diese Flüssigkeit 23F wiederum ein Gemisch aus der ölhaltigen Flüssigkeit und dem eigentlichen Arbeitsmedium der Wärmekraftanlage bedeutet. Der Vorteil der gezeigten Abzweigung mit dem Abzweigelement 17 besteht darin, dass möglichst früh bereits kondensierte Flüssigkeit abgeschieden werden kann, wobei zuerst abgeschiedene Flüssigkeit einen hohen Anteil an ölhaltiger Flüssigkeit beinhalten kann.

[0054] Es versteht sich, dass die Beschränkung auf im Wesentlichen nur einen gezeigten Rohrzug 12 rein schematisch ist und lediglich der Erläuterung des Prinzips dient. Es ist ebenso möglich, weitere Rohrzüge, die dem Rohrzug 12 im Wesentlichen entsprechen, vorzusehen.

Die Figur 3 zeigt nach dem Abzweigelement 17 einen Siphon 19. In dem Siphon 19 steht aufgrund der Höhendifferenz der Flüssigkeitssäule bis zu einem oberen Maximaldruck im Wesentlichen nur Flüssigkeit und kein Dampf. Das ist auch in Figur 5 noch näher skizziert.

[0055] Die Figur 4 zeigt eine weitere Weiterbildung der Vorrichtung zur Kondensation entsprechend der vorliegenden Erfindung. Wiederum ist die Darstellung rein beispielhaft und schematisch zu verstehen. Ähnlich wie in Figur 3 ist die Beschränkung auf nur einen Rohrzug 12 mit Elementen 12A und 12B und Rohrkrümmer 15 im Hinblick auf die Erläuterung des Prinzips zu verstehen. Es ist selbstverständlich möglich, weitere Rohrzüge 12 in der Vorrichtung vorzusehen. In der Figur 4 ist wie in der Figur 3 ein Abzweigelement 17 dargestellt. Das Abzweigelement 17 ist dazu ausgebildet, ähnlich wie in der Ausführungsform, die in Figur 3 gezeigt ist, kondensierte Flüssigkeit, also Kondensat aus dem Rohrzug 12 abzuzweigen. Dampfförmiges Arbeitsmedium, das nicht am Abzweigelement 17 abgezweigt wird, wird über die Leitung / das Rohr 12 B des Rohrzugs 12 an den Speisebehälter 23 weitergeleitet. Im Speisebehälter 23 ist wiederum ein Flüssigkeitsspiegel 23F gezeichnet.

[0056] Die Figur 4 zeigt ein Kondensatableiterelement / einen Kondensatableiter 21 anstelle des Siphons 19, wie er in Figur 3 verwendet wird. Der Kondensatableiter 21 kann beispielsweise ein Schwimmerelement / Schwimmer (hier nicht gezeigt) besitzen. Der Schwimmer kann bei Vorhandensein von Kondensat in dem Kondensatableiter angehoben werden, beispielsweise durch das Kondensat selbst, wodurch Kondensat abgeleitet werden kann. Beispielsweise wird dabei das unterschiedliche spezifische Gewicht von Flüssigkeit und Dampf ausgenutzt, um die Flüssigkeit vom Dampf zu trennen. Prinzipiell ist auch die Verwendung von Kondensatableitern möglich, die auf dem Bernoulli-Prinzip basieren, also auf der unterschiedlichen dynamischen Antwort hinsichtlich von Änderungen der Fließgeschwindigkeit bei kompressiblen respektive inkompressiblen Fluiden. Ebenso ist die Verwendung von Kondensatableitern denkbar, die auf dem Venturi-Effekt basieren.

[0057] Die Figur 5 zeigt eine detaillierte Darstellung der Ausführungsform, wie sie anhand von Figur 3 bereits beschrieben wurde. Der Siphon 19 erhält aus der Vorrichtung, beispielsweise einem Rohrzug 12, abgezweigte, abgeschiedene Flüssigkeit. Der U-Rohr-förmige Siphon 19 ist bis zu einer Höhe h_F mit Flüssigkeit gefüllt. Der Siphon 19 besteht im Wesentlichen aus zwei U-Rohr-förmig miteinander verbundenen Hälften. Die rechte Hälfte ist mit dem Bezugszeichen 19R bezeichnet. Die linke Hälfte ist mit dem Bezugszeichen 19L bezeichnet. Die beiden Hälften des Siphons 19 sind im Wesentlichen vertikal angeordnet. Die linke Hälfte 19L führt bis zu einer Höhe H, wo ein weiteres Rohr 19K im Wesentlichen horizontal abknickt. Das Rohr 19K führt die Flüssigkeit 19F aus dem Siphon 19 in den Speisebehälter 23. In dem Speisebehälter 23 ist der Flüssigkeitsspiegel 23F so hoch wie die Höhe H. Eine Druckdifferenz Δp am Siphon

19, d.h. auf bzw. in der rechten Hälfte 19 R des Siphon 19, berechnet sich aus dem Produkt der Dichte ρ der Flüssigkeit, der Erdbeschleunigung g und der Höhendifferenz h der Flüssigkeitssäulen. Bei üblichen Druckdifferenzen ergeben sich beispielsweise Höhendifferenzen von einigen 10 cm bis zu etwa 1 m. Es können aber auch größere oder kleinere Höhendifferenzen möglich sein. Oberhalb der Höhe h_F , also im Bereich der Höhe h befindet sich in der rechten Hälfte 19R des Siphons 19 im Wesentlichen nur Dampf, unterhalb der Höhe h_F befindet sich im Wesentlichen nur Flüssigkeit.

[0058] Die Figur 6 zeigt eine weitere Weiterbildung der anhand der Figuren 3 und 5 skizzierten Ausführungsform. Dabei sind gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Nach dem Abzweigelement 17 zeigt die Figur 6 einen weiteren Rohrzug 18, bevor die am Abzweigelement 17 abgezweigte Flüssigkeit zum Siphon 19 geleitet wird. Der weitere Rohrzug 18 wird im Wesentlichen mit abgezweigter Flüssigkeit durchströmt. Ferner kann in diesem Bereich eine Kühlvorrichtung zur Kühlung der Flüssigkeit eingesetzt werden. In Figur 6 ist ein Kühlstrom, beispielsweise ein Luftstrom, durch die Pfeile 18F angedeutet. Durch die in der Vorrichtung zur Kondensation auftretende Kondensationswärme ist die Vorrichtung häufig mit einer Kühlung versehen. Ebenso kann ein Wärmetauscher verwendet werden, um eine andere Flüssigkeit / ein anderes Fluid mittels der Wärme aus der Vorrichtung zum Kondensieren aufzuwärmen. Analog kann hier für die abgeschiedene, abgezweigte Flüssigkeit verfahren werden. Es ist ebenso möglich (hier nicht gezeigt), die Rohrleitung nach dem Abzweigelement 17 in ein (hier nicht gezeigtes) Wärmeübertragungspaket der Vorrichtung, also beispielsweise den bereits oben erwähnten Wärmetauscher, zu integrieren. Somit besteht die Möglichkeit, zum Einen die Temperatur der abgezweigten Flüssigkeit zu kontrollieren und insbesondere zu Senken. Zum Anderen kann diese Wärme auch noch, anstatt dissipativ in die Umgebung abgegeben zu werden, zur Wärmeübertragung auf andere Fluide benutzt werden.

[0059] Die Figur 7 zeigt eine weitere Weiterbildung der anhand der Figuren 3 und 5 oder 6 skizzierten Ausführungsformen. In der Figur 7 ist erneut eine Vorrichtung ähnlich der Vorrichtung in Figur 5 gezeigt. Insbesondere besitzt die Vorrichtung in Figur 7 wiederum eine Abzweigelement 17 und einen Siphon 19. Die in dem Siphon 19 geführte Flüssigkeit wird aber jetzt nicht in einen Speisebehälter, sondern in einen weiteren Rohrzug 32 geleitet. Dabei gelten die Überlegungen für die Druckdifferenzen, die anhand von Figur 5 diskutiert wurden, analog.

[0060] Der weitere Rohrzug 32 ist mit einem weiteren Rohrkrümmer 15 mit dem Rohrzug 12 verbunden. Es soll auch hier wieder verstanden sein, dass rein beispielhaft zwei Rohrzüge, 12 und 32 zur Veranschaulichung gewählt worden sind, und dass es ebenfalls möglich ist, eine größere Zahl von Rohrzügen zu verwenden. Der Rohrzug 32 besteht aus den Rohren 32A und 32B und einem Rohrkrümmer 35. An einer Einmündungsstelle 37

mündet der Siphon 19, das heißt die linke Hälfte 19L des Siphons, in das Rohr 32B am Ende des Rohrkrümmers 35 ein. Der Rohrzug 32 ist dabei im Wesentlichen mit Flüssigkeit gefüllt, das heißt, der Rohrzug 32 als Teil der Vorrichtung zur Kondensation dient als Flüssigkeits-sammler. In dem Rohrzug 32 ist ein Vorrat an Flüssigkeit 32 F gespeichert. Die Flüssigkeit kann über einen weiteren Rohrkrümmer 37, der im Wesentlichen um 90 Grad umleitet, von dem Rohrzug 32 weiter transportiert werden. Somit ersetzt der Rohrzug 32 einen Speisebehälter oder kann zusätzlich zu einem Speisebehälter (hier nicht gezeigt) verwendet werden. Im Betrieb kann so eine ausreichend große Menge im typischerweise unteren Bereich der Vorrichtung, hier dem Rohrzug 32, vorgehalten werden. Je nach Lastzustand kann dieser Vorrat variieren. Bei hohen Frischdampfdrücken füllt Dampf großer Dichte den Verdampfer sowie die Rohrleitungen und Rohrzüge. Bei Schwachlastbetrieb wird mehr Flüssigkeit benötigt, die aus dem Vorrat, beispielsweise aus dem Rohrzug 32 entnommen werden kann.

[0061] Die Figur 8 zeigt eine Aufteilung des Dampf-volumenstroms am Einlass der Vorrichtung entsprechend der vorliegenden Erfindung. Der Dampfstrom, Dampf, 10 wird in einer Leitung 11 geführt. Der in der Leitung 11 geführte Dampf wird auf Leitungen 16 aufgeteilt. Dabei ist gezeigte Zahl von acht Leitungen 16 keinesfalls als einschränkend zu verstehen, sondern soll rein beispielhaft verstanden werden. Der durch die Leitungen 16 geleitete Dampf, die wiederum, wie bereits oben beschrieben, ein Gemisch aus dem eigentlichen Arbeitsmedium und einem ölhaltigen Fluid, etwa einer ölhaltigen Flüssigkeit sein kann, wird mittels einer gemeinsamen Sammelleitung 25 zusammengefasst. Die Leitung 25 leitet den zusammengefassten Dampf zu einem Abzweigelement / Abzweig 27. Von dort kann wenigstens ein Teil des Dampfs über die Leitung 29 zu einem weiteren Modul (hier nicht gezeigt) der Vorrichtung zur Kondensation geleitet werden. Das weitere Modul kann eine Aufteilung des Dampf-volumenstroms besitzen, wie sie beispielhaft für das Modul in Figur 8 gezeigt ist.

[0062] In der Figur 8 kann über die Leitung 28 beispielsweise Kondensat / kondensierte Flüssigkeit zu einem Flüssigkeitsabscheider (hier nicht gezeigt) geleitet werden. Es ist ebenso möglich, dass die Leitung 29 ebenfalls mit einem Flüssigkeitsabscheider versehen wird (hier nicht gezeigt). Der Flüssigkeitsabscheider kann in beiden Fällen von dem Typ sein, wie anhand der Figuren 3 - 7 diskutiert. Die in der Figur 8 gewählte Darstellung zeigt die Verhältnisse der gezeigten Elemente in einer Ebene. D.h. eine räumliche Anordnung der Elemente ist nicht gezeigt. Insbesondere kann ein Flüssigkeitsabscheider auch räumlich hinter der gezeigten Ebene in der Figur 8 angeordnet sein.

[0063] Die Figur 9 zeigt eine weitere Weiterbildung der Aufteilung des Dampf-volumenstroms am Einlass der Vorrichtung zur Kondensation, wie oben beschrieben. Ähnlich wie in Figur 8 wird ein Dampfstrom 10 in eine Leitung 11 geleitet, die den Dampfstrom auf gleichartige

Leitungen 16 aufteilt. Auch hier soll verstanden sein, dass es keine Beschränkung auf nur acht Leitungen, 16, geben muss. Es können sowohl mehr als auch weniger Leitungen vorhanden sein. Im Gegensatz zu der Ausführungsform, die in Figur 6 gezeigt ist, besitzt jede einzelne der Leitungen 16 ein Abzweigelement / einen Abzweig 27.1, 27.2, 27.3, 27.4, 27.5, 27.6, 27.7, und 27.8. Jede Leitung 16 ist über ihr jeweiliges Abzweigelement 27.1, 27.2, 27.3, 27.4, 27.5, 27.6, 27.7, und 27.8 mit einer Sammelleitung 25 verbunden. Die Abzweigelemente 27.1 - 27.8 sind zur Erläuterung in Figur 10 dargestellt, wie unten diskutiert wird. Über die Sammelleitung 25 kann, ähnlich wie bei der in Figur 8 gezeigten Ausführungsform, kondensierte Flüssigkeit abgeschieden werden, etwa in der Richtung, wie durch den Pfeil 28 A angedeutet. Diese Flüssigkeit kann wiederum zu einem Flüssigkeitsabscheider (hier nicht gezeigt) geleitet werden. Der Flüssigkeitsabscheider kann von der Art sein, wie anhand der Figuren 3 - 7 erläutert.

[0064] Jede der Leitungen 16 besitzt hinter dem jeweiligen Abzweigelement 27.1, 27.2, 27.3, 27.4, 27.5, 27.6, 27.7, und 27.8 entsprechende weitere Leitungen 29.1, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5, 29.6, 29.7 und 29.8. Über diese entsprechenden weiteren Leitungen 29.1, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5, 29.6, 29.7 und 29.8 kann Dampf, der noch nicht in den Leitungen 16 kondensiert ist, in ein weiteres Modul (hier nicht gezeigt) der Vorrichtung geleitet werden. Dabei kann das weitere Modul wiederum dem hier gezeigten Modul entsprechen. Wie bereits anhand von Figur 8 erwähnt, zeigt auch die Darstellung in Figur 9 die Verhältnisse der gezeigten Elemente in einer Ebene. Mit anderen Worten kann man von einer Projektion auf die Zeichenebene sprechen. Eine mögliche räumliche Anordnung der Elemente ist nicht gezeigt. Insbesondere kann ein Flüssigkeitsabscheider, wie er in den Figuren 3 - 7 dargestellt ist, auch räumlich hinter der gezeigten Ebene in der Figur 9 angeordnet sein.

[0065] In der Figur 10 wird beispielhaft ein Abzweigelement 27 gezeigt, das in den Figuren 8 oder 9 dargestellt ist. Das in Figur 10 gezeigte Abzweigelement kann den in den Figuren 8 und 9 gezeigten Elementen 27, 27.1-27.8 entsprechen. Hier wird beispielhaft eine Rohrleitung gezeigt, die der Rohrleitung 16 in den Figuren 8 und 9 entsprechen kann. In der Rohrleitung 16 wird ein Dampfstrom geführt. Die Strömungsrichtung des Dampfstroms ist mit dem Pfeil 16R bezeichnet. Der Dampfstrom wird im Bereich 27R in Figur 10 um 180 Grad gekrümmt und durch die Rohrleitung 29 weiter geleitet. Die Rohrleitung 29 kann den Leitungen 29 und 29.1-29.8 der Figuren 8 und 9 entsprechen. Dabei ist die Krümmung um 180 Grad beispielhaft gewählt, es könnte auch eine Krümmung um 90 Grad oder einen anderen Winkel gewählt werden. An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass die in den Figuren 8 und 9 gewählte Projektion diese Krümmung nicht zeigt. Der nach der Krümmung fortlaufende Dampfstrom ist mit dem Pfeil 29R bezeichnet. Durch die Trägheit der im Dampfstrom 16R mitgeführten Flüssigkeit folgt diese Flüssigkeit der scharfen Krüm-

mung, hier 180 Grad, nicht oder zumindest nicht vollständig und kann durch die Rohrleitung 25 beispielsweise durch Schwerkraft gelangen. Die entsprechende Fließrichtung der Flüssigkeit ist durch den Pfeil 25R dargestellt. Die Rohrleitung 25 führt dann zu einem Abscheider, wie er in den Figuren 3 - 7 dargestellt ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, mit:

einem Modul zur Kondensation, wobei das Modul zur Kondensation einen Einlass, sowie einen oder mehrere Rohrzüge, beispielsweise mit im Wesentlichen horizontal angeordneten Rohren, umfasst;
einem Flüssigkeitsabscheider zur Abscheidung der kondensierten Flüssigkeit; und
einem Flüssigkeitssammler zum Auffangen der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Flüssigkeitsabscheider vor oder am Einlass und/oder nach dem ersten Rohrzug vorgesehen ist; wobei der Flüssigkeitssammler ein Abzweigrohr umfasst, welches ausgebildet ist, wenigstens einen Teil der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit aus der Vorrichtung abzuzweigen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Flüssigkeitsabscheider einen Siphon umfasst, der zwischen dem Abzweigrohr und dem Flüssigkeitssammler angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Flüssigkeitsabscheider einen Kondensatableiter mit einer Rohrleitung und einem Schwimmer umfasst, der zwischen dem Abzweigrohr und dem Flüssigkeitssammler angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 - 4 ferner mit einer Kühlvorrichtung, die ausgebildet ist, die abgeschiedene, kondensierte Flüssigkeit, zu kühlen, bevor diese in den Flüssigkeitssammler geleitet wird.

6. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 - 5, wobei der Flüssigkeitssammler ein Speisebehälter ist oder wobei die ein oder mehreren Rohrzüge zusätzlich als Flüssigkeitssammler ausgebildet sind.

7. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 - 6, wobei der Flüssigkeitsabscheider ein erster Flüssigkeitsabscheider ist; mit mindestens einem

weiteren Rohrzug und mit wenigstens einem weiteren Flüssigkeitsabscheider, der dem ersten Flüssigkeitsabscheider entspricht, wobei der weitere Flüssigkeitsabscheider nach dem mindestens einen weiteren Rohrzug angeordnet ist und ausgebildet ist, wenigstens einen weiteren Teil der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit aus der Vorrichtung abzuzweigen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 7, mit mindestens einem weiteren Modul zur Kondensation, das dem Modul nach Anspruch 1 entspricht; und ferner mit einer Sammelleitung, die vor dem Flüssigkeitsabscheider angeordnet ist, die ausgebildet ist, den expandierten Dampf nach Durchgang durch die ein oder mehreren Rohrzüge zusammenzufassen und an das weitere Modul zur Kondensation weiter zu leiten.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Sammelleitung einen einzigen, zentralen Anschluss mit einer Leitung zur Weiterleitung des expandierten Dampfs besitzt oder mehrere separate Leitungen zur Weiterleitung des expandierten Dampfs besitzt.

10. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei die Sammelleitung ein Gefälle auf den Flüssigkeitsabscheider hin aufweist.

11. Wärmekraftanlage mit einer Vorrichtung zur Kondensation nach wenigstens einem der Ansprüche 1 - 10.

12. Verfahren zur Kondensation von in einer Expansionsmaschine einer Wärmekraftanlage expandiertem Dampf zu einer kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, mit einem Modul zur Kondensation, wobei das Modul zur Kondensation einen oder mehrere Rohrzüge, beispielsweise mit im Wesentlichen horizontal angeordneten Rohren, umfasst; und einen Flüssigkeitsabscheider, mit den Schritten:

Aufteilen eines Dampfvolumenstroms auf die ein oder mehreren Rohrzüge;
Abscheiden wenigstens eines Teils der kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit vor und/oder nach dem ersten Rohrzug;
Ausschleusen der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit;
Sammeln der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit.

13. Verfahren nach Anspruch 12, ferner mit dem Schritt des Kühlens der abgeschiedenen, kondensierten Flüssigkeit, bevor diese gesammelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12, ferner mit dem Schritt

des Abscheidens von wenigstens einem weiteren Teil der kondensierten, insbesondere ölhaltigen Flüssigkeit, nach wenigstens einem weiteren Rohrzug.

5

15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 12 - 14, mit mindestens einem weiteren Modul zur Kondensation, das dem Modul nach Anspruch 12 entspricht, mit den Schritten:

10

Zusammenfassen des expandierten Dampfs nach Durchlaufen der ein- oder mehreren Rohrzüge; und

Weiterleiten des zusammengefassten, expandierten Dampfs an das weitere Modul zur Kondensation.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

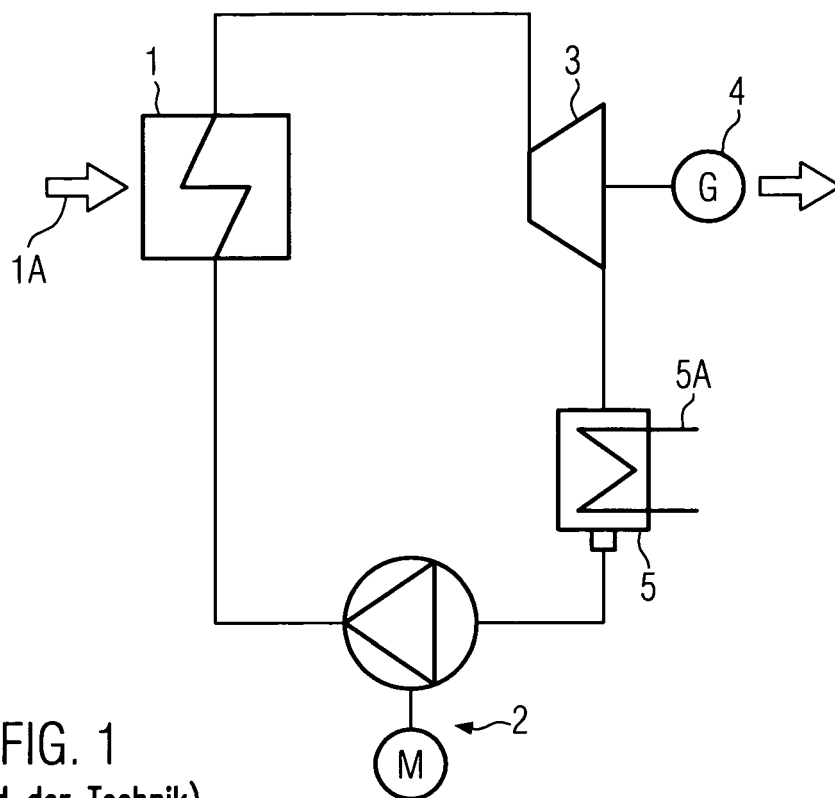


FIG. 1
(Stand der Technik)

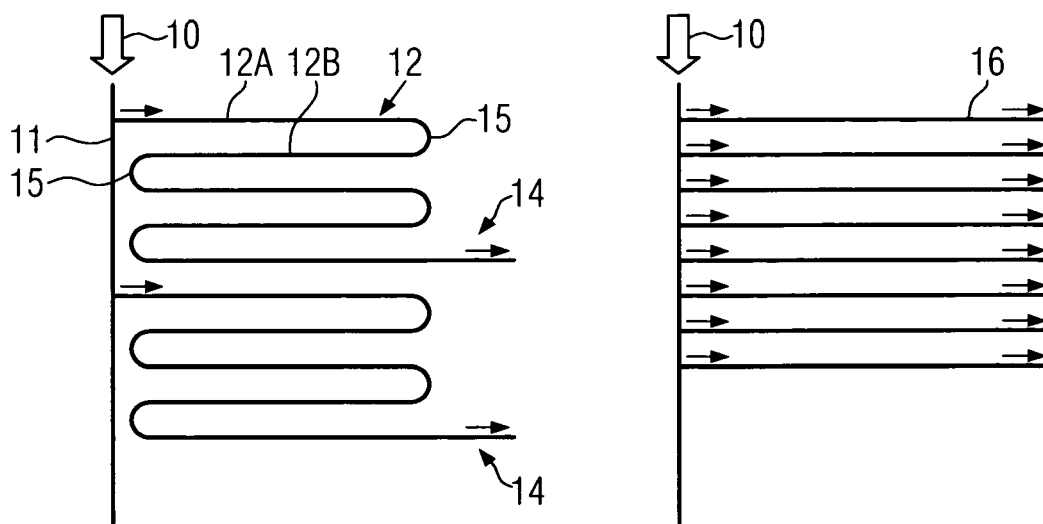


FIG. 2
(Stand der Technik)

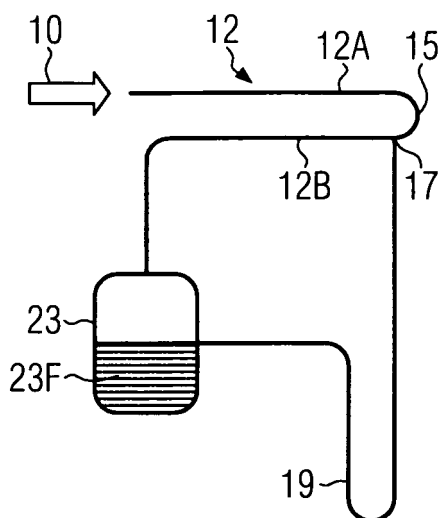


FIG. 3

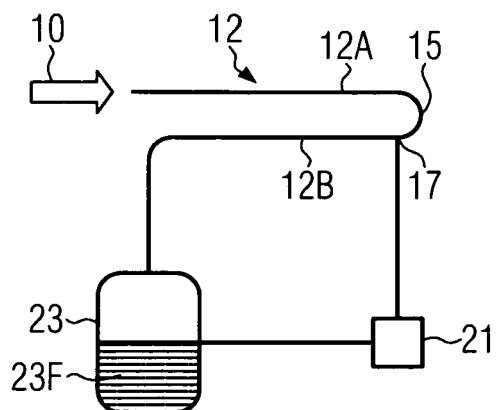


FIG. 4

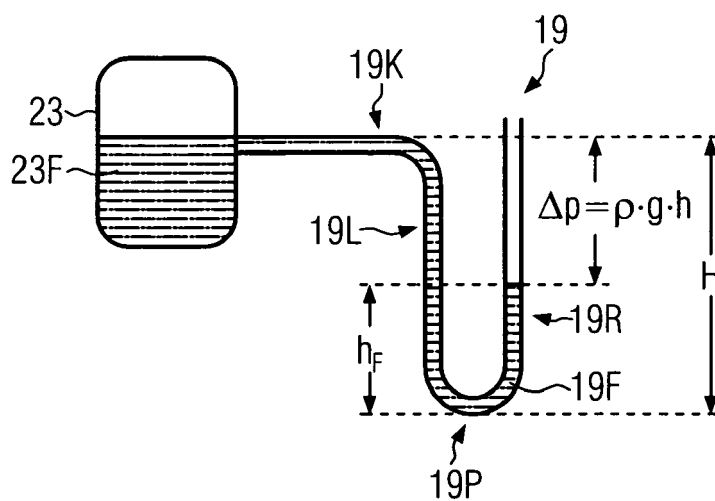


FIG. 5

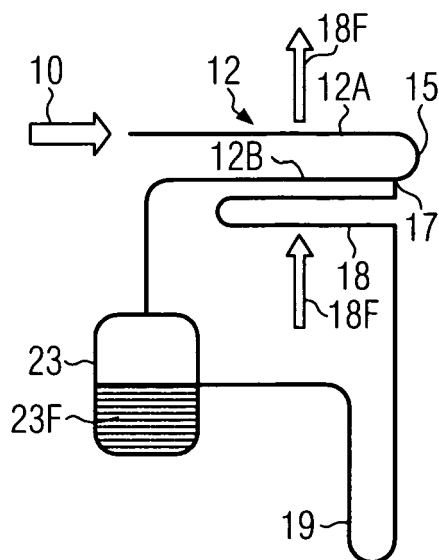


FIG. 6

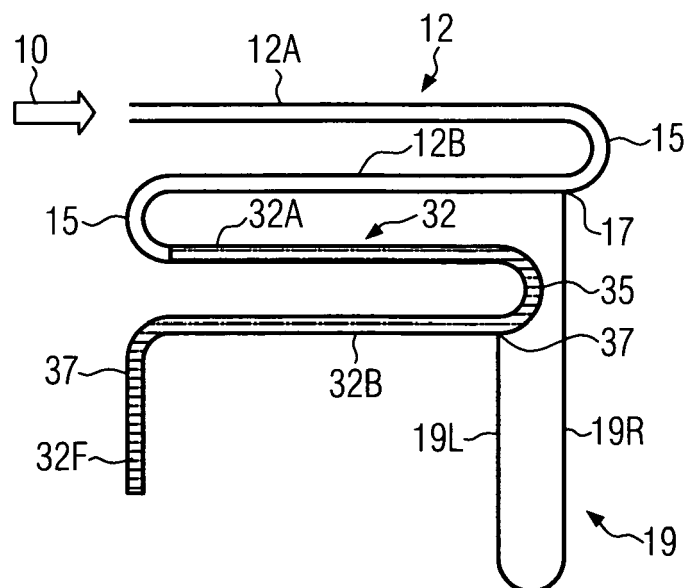


FIG. 7

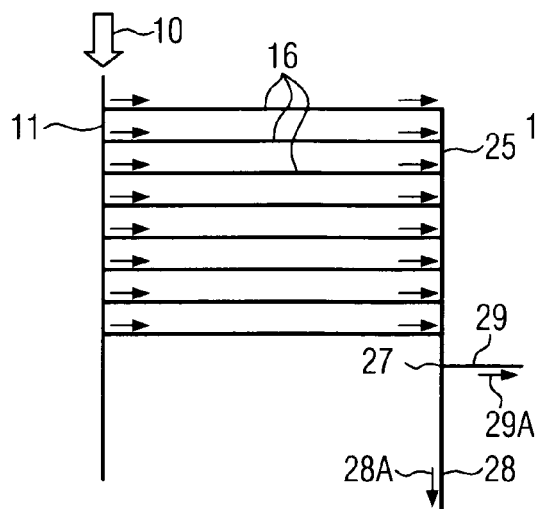


FIG. 8

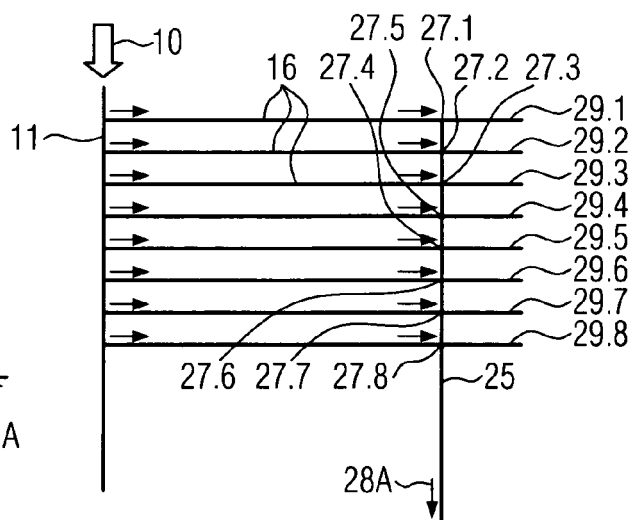


FIG. 9

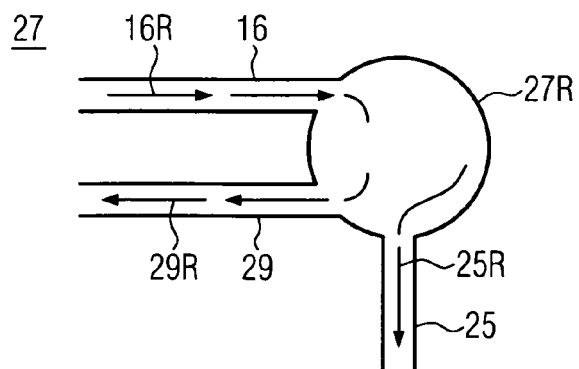


FIG. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 00 7883

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 115 645 A (ABRAHAM ANTHONY W [US]) 26. Mai 1992 (1992-05-26) * Abbildungen 1-3,5 * -----	1,2,6,8, 9,11,12, 15	INV. F01K25/10 F28D1/04 F28B1/06 F28B9/08
X	EP 0 473 888 A1 (FREUDENBERG CARL FA [DE]) 11. März 1992 (1992-03-11) * Abbildungen 1-3 *	1-15	
X	WO 2009/009928 A1 (UNIV TSINGHUA [CN]; WU DI [CN]; PENG XIAOFENG [CN]; ZHANG YANG [CN]; Z) 22. Januar 2009 (2009-01-22) * Abbildung 5 * -----	1,2, 6-12,14, 15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01K F28D F28B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Januar 2012	Prüfer Lepers, Joachim
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	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 00 7883

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.

09-01-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5115645 A	26-05-1992	KEINE	
EP 0473888 A1	11-03-1992	DE 4027835 A1	05-03-1992
		EP 0473888 A1	11-03-1992
		JP 4227442 A	17-08-1992
		US 5141048 A	25-08-1992
WO 2009009928 A1	22-01-2009	KEINE	

EPO FORM P0461

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