



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.10.2010 Patentblatt 2010/43

(51) Int Cl.:
F25B 41/04 (2006.01) F25B 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10167202.0**

(22) Anmeldetag: **29.07.2005**

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

- **Andreas Gernemann**
24939 Flensburg (DE)
- **Uwe Schierhorn**
50839 Wesseling (DE)

(30) Priorität: **09.08.2004 DE 102004038640**

(74) Vertreter: **Höfeld, Jochen**
Klunker Schmitt-Nilson Hirsch
KSNH Patentanwälte
Destouchesstrasse 68
80796 München (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
05775838.5 / 1 789 732

(71) Anmelder: **Linde Kältetechnik GmbH**
50999 Köln (DE)

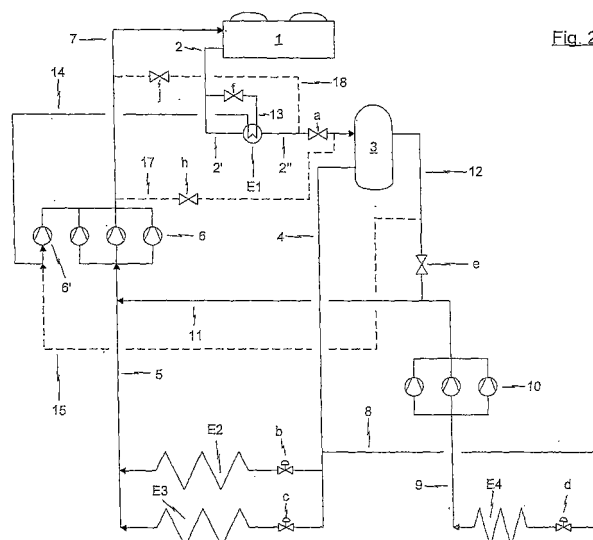
Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 24-06-2010 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(72) Erfinder:
• **Bernd Heinbokel**
50999 Köln (DE)

(54) **Kältekreislauf und Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes**

(57) Eine erfindungsgemäßer Kältekreislauf, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel, insbesondere CO₂, zirkuliert, weist in Strömungsrichtung einen Verflüssiger/Gaskühler (1), eine Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a), einen Sammelbehälter (3), eine einem Verdampfer (E2, E3) vorgeschaltete Entspannungsvorrichtung (b, c), einen Verdampfer (E2, E3) und eine mit dem Verdampfer (E2, E3) durch eine Sauglei-

tung (5) verbundene Verdichtereinheit (6), wobei der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist, wobei in der Verbindungsleitung (11, 12) zwischen dem Gasraum des Sammelbehälters (3) und dem Eingang der Verdichtereinheit (6) ein Entspannungsventil (e) vorgesehen ist, und wobei die Verbindungsleitung (11, 12) in die Saugleitung (5) vor der Verdichtereinheit (6) mündet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kältekreislauf, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel zirkuliert, aufweisend in Strömungsrichtung einen Verflüssiger, einen Sammelbehälter, eine, einem Verdampfer vorgeschaltete Entspannungsvorrichtung, einen Verdampfer und eine einstufig verdichtende Verdichtereinheit.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes.

[0003] Unter dem Begriff "Verflüssiger" seien sowohl Verflüssiger als auch Gaskühler zu verstehen.

[0004] Gattungsgemäße Kältekreisläufe sind hinlänglich bekannt. Sie werden beispielsweise in Kälteanlagen, so genannten Verbundkälteanlagen, wie sie in Supermärkten zur Anwendung kommen, realisiert. Verbundkälteanlagen versorgen dort im Allgemeinen eine Vielzahl von Kälteverbrauchern, wie etwa Kühlräume, Kühl- und Tiefkühlmöbel. Zu diesem Zweck zirkuliert in ihnen ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel bzw. Kältemittelgemisch.

[0005] Ein zum Stand der Technik zählender Kältekreislauf bzw. eine Kälteanlage, in der ein derartiger Kältekreislauf realisiert wird, sei anhand des in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0006] Das in dem Kältekreislauf zirkulierende ein- oder mehrkomponentige Kältemittel wird in einem Verflüssiger bzw. Gaskühler A - nachfolgend nurmehr als Verflüssiger bezeichnet-, der im Regelfall außerhalb des Supermarktes, beispielsweise auf dessen Dach, angeordnet ist, durch Wärmetausch, vorzugsweise gegen Außenluft, kondensiert.

[0007] Das flüssige Kältemittel aus dem Verflüssiger A wird über Leitung B einem (Kältemittel)Sammler C zugeführt. Innerhalb eines Kältekreislaufes muss immer soviel Kältemittel vorhanden sein, dass auch bei maximalem Kältebedarf die Verdampfer aller Kälteverbraucher gefüllt werden können. Da jedoch bei niedrigerem Kältebedarf einzelne Verdampfer nur teilweise gefüllt oder sogar vollständig leer sind, muss das überschüssige Kältemittel während dieser Zeiten in dem dafür vorgesehenen Sammler C aufgefangen werden.

[0008] Aus dem Sammler C gelangt das Kältemittel über die Flüssigkeitsleitung D zu den Kälteverbrauchern des so genannten Normalkühlkreislaufes. Hierbei stehen die in der Figur 1 dargestellten Verbraucher F und F' für eine beliebige Anzahl von Verbrauchern des Normalkühlkreislaufes. Jedem der vorgenannten Kälteverbraucher ist ein Expansionsventil E bzw. E' vorgeschaltet, in welchem das in den Kälteverbraucher bzw. den oder die Verdampfer des Kälteverbrauchers strömende Kältemittel entspannt wird. Das so entspannte Kältemittel wird in den Verdampfern der Kältemittelverbraucher F und F' verdampft und kühlt so die entsprechenden Kühlmöbel und -räume.

[0009] Das in den Kälteverbrauchern F und F' des Normalkühlkreislaufes verdampfte Kältemittel wird anschließend über die Saugleitung G der Verdichtereinheit H zu-

geführt und in dieser auf den gewünschten Druck zwischen 10 und 25 bar verdichtet. Im Regelfall ist die Verdichtereinheit H lediglich einstufig ausgebildet und weist mehrere parallel geschaltete Verdichter auf.

[0010] Das in der Verdichtereinheit H verdichtete Kältemittel wird anschließend über die Druckleitung I wiederum dem bereits erwähnten Verflüssiger A zugeführt.

[0011] Über eine zweite Flüssigkeitsleitung D' wird aus dem Sammler C Kältemittel dem Kondensator K zugeführt und in diesem im Wärmetausch gegen das Kältemittel des noch zu erläuternden Tiefkühlkreislaufes verdampft, bevor es über die Leitung G' der Verdichtereinheit H zugeführt wird.

[0012] Das in dem Kondensator K verflüssigte Kältemittel des Tiefkühlkreislaufes wird über Leitung L dem Sammler M des Tiefkühlkreislaufes zugeführt. Aus diesem wird über die Leitung N das Kältemittel dem Verbraucher P - dieser steht für eine beliebige Anzahl von Verbrauchern -, dem eine Entspannungsvorrichtung O vorgeschaltet ist, zugeführt und in diesem verdampft. Über die Saugleitung Q wird das verdampfte Kältemittel der ein- oder mehrstufigen Verdichtereinheit R zugeführt, in dieser auf einen Druck zwischen 25 und 40 bar verdichtet und anschließend über die Druckleitung S dem bereits erwähnten Kondensator K zugeführt.

[0013] Als Kältemittel des Normalkühlkreislaufes wird beispielsweise R 404A verwendet, während für den Tiefkühlkreislauf Kohlendioxid zur Anwendung kommt.

[0014] Die in der Figur 1 dargestellten Verdichtereinheiten H und R, die Sammler C und M sowie der Kondensator K sind im Regelfall in einem separaten Maschinenraum angeordnet. Etwa 80 bis 90 % des gesamten Leitungsnetzes sind jedoch in den Verkaufsräumen, den Lagerräumen bzw. anderen für Mitarbeiter und Kunden zugänglichen Räumen eines Supermarktes angeordnet. Solange in diesem Leitungsnetz mit Drücken von nicht mehr als 35 bis 40 bar gearbeitet wird, ist dies für die Supermarktbetreiber sowohl aus psychologischer Sicht als auch aus Kostengründen akzeptabel.

[0015] Derzeit wird dazu übergangen, auch den vorbeschriebenen Normalkühlkreislauf mit dem Kältemittel CO₂ zu betreiben.

[0016] Der sinnvolle Einsatz des natürlichen Kältemittels CO₂ in der Gewerbekälte scheitert bisher zum einen an der unzureichenden energetischen Effizienz des einfachen, einstufigen Kreisprozesses bei hohen (Außen) Lufttemperaturen. Zum anderen sind aufgrund der Stoffeigenschaften von CO₂ hohe Arbeitsdrücke - bis zu 100 bar und darüber - erforderlich, die eine Fertigung von entsprechenden Kältekreisläufen bzw. Kälteanlagen aus ökonomischen Gründen enorm erschweren. Kommerziell wird das Kältemittel CO₂ daher bisher nur bei Kaskadensystemen in der Tiefkühlung verwendet - wie dies beispielhaft anhand der Figur 1 erläutert ist -, da die, dort realisierten Arbeitsdrücke die übliche, maximale Drucklage von 40 bar nicht überschreiten.

[0017] Aufgrund der vorerwähnten höheren Drücke bzw. Drucklage muss das Rohrleitungsnetz des Kälte-

kreislaufes auf diese Drücke bzw. Drucklage ausgelegt werden. Die hierfür erforderlichen Materialien sind jedoch weitaus teurer als diejenigen, die bei den bisher realisierten Drucklagen zur Anwendung kommen können. Darüber hinaus sind derartige, vergleichsweise hohe Drucklagen jedoch auch den Anlagenbetreibern nur sehr schwer zu vermitteln.

[0018] Ein weiteres Problem besteht insbesondere bei der Verwendung von CO₂ als Kältemittel darin, dass bei entsprechend hohen Außentemperaturen ein überkritischer Betrieb des Kältekreislaufes erforderlich wird. Hohe Außenlufttemperaturen haben zur Folge, dass am Verdampfereintritt vergleichsweise hohe Drosseldampfanteile auftreten. Dadurch wird die effektive volumetrische Kälteleistung des zirkulierenden Kältemittels verringert, jedoch müssen sowohl Saug- als auch Flüssigkeitsleitungen sowie die Verdampfer entsprechend größer dimensioniert werden, um die Druckverluste so niedrig wie möglich zu halten.

[0019] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen gattungsgemäßen Kältekreislauf sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes anzugeben, der bzw. das die genannten Nachteile vermeidet.

[0020] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Kältekreislauf vorgeschlagen, der sich dadurch auszeichnet, dass zwischen dem Verflüssiger und dem Sammelbehälter eine Zwischen-Entspannungsvorrichtung angeordnet ist.

[0021] Verfahrensseitig wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass in der zwischen dem Verflüssiger und dem Sammelbehälter angeordneten Zwischen-Entspannungsvorrichtung eine Entspannung des Kältemittels auf einen (Zwischen)Druck von 5 bis 40 bar erfolgt.

[0022] Die Erfindung ist auch durch die folgenden, durchnummerierten Absätze definiert.

1. Kältekreislauf, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel zirkuliert, aufweisend in Strömungsrichtung einen Verflüssiger, einen Sammelbehälter, eine einem Verdampfer vorgeschaltete Entspannungsvorrichtung, einen Verdampfer und eine einstufig verdichtende Verdichtereinheit, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Verflüssiger (1) und dem Sammelbehälter (3) eine Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a) angeordnet ist.

2. Kältekreislauf nach Absatz 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Sammelbehälter (3) ein Wärmeübertrager (E1) vorgeschaltet ist.

3. Kältekreislauf nach Absatz 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (E1) eingangsseitig mit dem Ausgang des Verflüssigers (1) verbunden oder verbindbar ist (2, 13).

4. Kältekreislauf nach Absatz 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (E1) ausgangsseitig mit dem Eingang eines Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar

ist (14).

5. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (E1) ausgangsseitig mit dem Eingang wenigstens eines Zylinders eines mehrzylindrigen Verdichters der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist.

6. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist (11, 12).

7. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang eines Verdichters (6'') der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist (15, 12).

8. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang wenigstens eines Zylinders eines mehrzylindrigen Verdichters der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist (16, 12).

9. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckleitung (7) mit dem Sammelbehälter (3), vorzugsweise mit dessen Gasraum, verbunden oder verbindbar ist (17).

10. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Sammelbehälter (3) und der einem Verdampfer vorgeschalteten Entspannungsvorrichtung (c, b, d) ein Wärmetauscher/Unterkühler (E5) angeordnet ist.

11. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher/Unterkühler (E5) eingangsseitig mit dem Gasraum des Sammelbehälters (3) verbunden oder verbindbar ist (12).

12. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckleitung (7) mit der den Verflüssiger (1) und den Sammelbehälter (3) verbindenden Leitung (2, 2', 2'') verbunden oder verbindbar ist (18).

13. Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes nach einem der vorhergehenden Absätze, dadurch gekennzeichnet, dass in der zwischen dem Verflüssiger (1) und dem Sammelbehälter (3) angeordneten Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a) eine Ent-

spannung des Kältemittels auf einen (Zwischen) Druck von 5 bis 40 bar erfolgt.

14. Verfahren nach Absatz 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Kältemittel (2) vor seiner Zwischen-Entspannung (a) abgekühlt wird (E1).

15. Verfahren nach Absatz 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlung (E1) des Kältemittels (2) gegen einen Teilstrom des Kältemittels (13) erfolgt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Absätze 13 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das aus dem Sammelbehälter (3) abgezogene Kältemittel (4) unterkühlt wird (E5).

17. Verfahren nach Absatz 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterkühlung (E5) des aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenen Kältemittels (4) gegen das aus dem Sammelbehälter (3) abgezogene Flashgas (12) erfolgt.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Absätze 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenen Flashgases (12) zumindest zeitweilig gegen das verdichtete Kältemittel (7) überhitzt wird (E6, E7).

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Absätze 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge des auf Zwischendruckniveau abgesaugten Flashgases durch Ventile (g, x, y, z) geregelt wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Absätze 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischendruck mittels wenigstens eines Ventils (e, h, j) auf einen konstanten Wert und/oder auf eine konstante Differenz zu dem Saugdruck geregelt wird.

[0023] Der erfindungsgemäße Kältekreislauf, das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes sowie weitere Ausgestaltungen desselben seien nachfolgend anhand der in den Figuren 2 bis 5 gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0024] Hierbei zeigt die **Figur 2** eine Verbundkälteanlage, in der eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes realisiert ist. Im Folgenden sei eine Verfahrensweise beschrieben, bei der als Kältemittel HFKW(s), FKW(s) oder CO₂ zur Anwendung kommen kann.

[0025] Das in der Verdichtereinheit 6 auf einem Druck zwischen 10 und 120 bar verdichtete Kältemittel wird über die Druckleitung 7 dem Verflüssiger bzw. Gaskühler 1 zugeführt und in diesem gegen Außenluft kondensiert

bzw. entthitzt. Über die Leitungen 2, 2' und 2'' wird das Kältemittel dem Kältemittelsammler 3 zugeführt, wobei es nunmehr jedoch erfindungsgemäß in der Zwischen-Entspannungsvorrichtung a auf einen Zwischendruck von 5 bis 40 bar entspannt wird. Diese Zwischenentspannung bietet den Vorteil, dass das nachgeschaltete Leitungsnetz sowie der Sammler 3 nurmehr auf eine niedrigere Drucklage ausgelegt sein müssen.

[0026] Der Druck, auf den das Kältemittel in der erwähnten Zwischen-Entspannungsvorrichtung a entspannt wird, wird hierbei vorzugsweise so gewählt, dass er noch unterhalb des niedrigsten zu erwartenden Verflüssigungsdruckes liegt.

[0027] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes ist die Druckleitung 7 mit dem Sammelbehälter 3, vorzugsweise mit dessen Gasraum, verbunden bzw. verbindbar. Diese Verbindung zwischen Druckleitung 7 und dem Sammelbehälter 3 kann beispielsweise über eine Verbindungsleitung 17, in der ein Entspannungsventil h angeordnet ist, erfolgen.

[0028] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes ist die Druckleitung 7 mit der den Verflüssiger 1 und den Sammelbehälter 3 verbindenden Leitung bzw. Leitungsabschnitte 2 bzw. 2', 2'' verbunden bzw. verbindbar. Diese Verbindung zwischen der Druckleitung 7 und der Leitung 2 bzw. 2', 2'' kann beispielsweise über die gestrichelt dargestellte Verbindungsleitung 18, in der ein Ventil j angeordnet ist, erfolgen.

[0029] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes ist der Sammelbehälter 3, vorzugsweise dessen Gasraum, mit dem Eingang der Verdichtereinheit 6 verbunden bzw. verbindbar.

[0030] Diese Verbindung zwischen Sammelbehälter 3 und Eingang der Verdichtereinheit 6 kann beispielsweise über eine Verbindungsleitung 12, die wie in der Figur 2 dargestellt, in die Saugleitung 11 mündet, erfolgen.

[0031] Über das in der Leitung 12 vorgesehene Entspannungsventil e und das in der Leitung 17 vorgesehene Entspannungsventil h oder das in der Leitung 18 vorgesehene Ventil j kann der gewählte Zwischendruck nunmehr für alle Betriebsbedingungen konstant gehalten werden. Möglich ist jedoch auch eine Regelung dergestalt, dass ein konstanter Differenzwert zum Saugdruck besteht. Dadurch wird erreicht, dass der Drosseldampfanteil an den Verdampfern vergleichsweise klein ist, was zur Folge hat, dass die Flüssigkeits- und Saugleitungen entsprechend kleiner dimensioniert werden können. Dies gilt auch für die Kondensatleitung, da nunmehr keine gasförmigen Bestandteile über sie zurück in den Verflüssiger 1 strömen müssen. Mittels der Erfindung wird somit auch erreicht, dass sich die erforderliche Kältemittelfüllmenge um bis zu ca. 30 % reduzieren lässt.

[0032] Über die Saugleitung 4 wird Kältemittel aus dem Sammler 3 abgezogen und den Kältemittelverbraucher bzw. deren Wärmetauscher E2 und E3 zugeführt. Diesen vorgeschaltet ist jeweils ein Entspannungsventil b bzw.

c, in denen das in die Kälteverbraucher strömende Kältemittel entspannt wird. Das in den Kälteverbrauchern E2 und E3 verdampfte Kältemittel wird anschließend über die Saugleitung 5 wiederum der Verdichtereinheit 6 zugeführt bzw. durch diese aus den Verdampfern E2 und E3 gesaugt.

[0033] Ein Teil des aus dem Sammler 3 über Leitung 4 abgezogenen Kältemittels wird über Leitung 8 einem oder mehreren Tiefkühlverbrauchern - dargestellt durch den Wärmetauscher E4 -, dem ebenfalls ein Entspannungsventil d vorgeschaltet ist, zugeführt. Dieser Kältemittelteilstrom wird nach der Verdampfung im Wärmetauscher bzw. Kälteverbraucher E4 über die Saugleitung 9 der Verdichtereinheit 10 zugeführt und in dieser auf den Eingangsdruck der Verdichtereinheit 6 verdichtet. Der so verdichtete Kältemittelteilstrom wird anschließend über Leitung 11 der Eingangsseite der Verdichtereinheit 6 zugeführt.

[0034] Die Erfindung weiterbildend wird vorgeschlagen, dass - wie in der Figur 2 dargestellt - dem Sammelbehälter 3 ein Wärmeübertrager E1 vorgeschaltet sein kann.

[0035] Hierbei ist der Wärmeübertrager E1 vorzugsweise eingangsseitig mit dem Ausgang des Verflüssiger 1 verbunden oder verbindbar.

[0036] Wie in der Figur 2 dargestellt, kann nunmehr über Leitung 13, in der ein Entspannungsventil f vorgesehen ist, ein Teilstrom des verflüssigten bzw. enthitzen Kältemittels aus dem Verflüssiger bzw. Gaskühler 1 bzw. der Leitung 2 abgezogen und in dem Wärmeübertrager E1 gegen das zu enthaltende, dem Wärmeübertrager E1 über Leitung 2' zugeführte Kältemittel verdampft werden. Der verdampfte Kältemittelteilstrom wird anschließend über Leitung 14 einem Verdichter 6', der der vorbeschriebenen Verdichtereinheit 6 zugeordnet ist und der vorzugsweise auf einem höheren Druckniveau ansaugt, zugeführt und in diesem auf den gewünschten Enddruck der Verdichtereinheit 6 verdichtet werden.

[0037] Alternativ zu dem vorerwähnten (zusätzlichen) Verdichter 6' kann bei der Verwendung mehrzylindrischer Verdichter auch eine Zuführung des abzusaugenden Drosseldampfanteiles auf einem höheren Druckniveau zu einem oder mehreren Zylindern eines jeden Verdichters erfolgen.

[0038] Mittels des Wärmeübertragers E1 wird der in der Zwischen-Entspannungsvorrichtung a zu entspannende Kältemittelstrom vorzugsweise soweit abgekühlt, dass der Drosseldampfanteil des entspannten Kältemittels minimiert wird.

[0039] Alternativ oder zusätzlich können die im Sammler 3 anfallenden Drosseldampfanteile auch über die Leitung 12 sowie die gestrichelt gezeichnete Leitung 15 mittels des Verdichters 6' auf einem höheren Druckniveau abgesaugt werden.

[0040] In der Figur 3 dargestellt ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Kältekreislaufes, bei dem das aus dem Sammelbehälter

3 über die Leitung 4 abgezogene Kältemittel im Wärmetauscher E5 einer Unterkühlung unterworfen wird.

[0041] Hierbei erfolgt die Unterkühlung - entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung - im Wärmetausch mit dem aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 abgezogenen Flashgas.

[0042] Flüssigkeitsleitungen, wie beispielsweise die in den Figuren 2 und 3 dargestellte Leitung 4, mit einem Temperaturniveau unterhalb der Umgebungstemperatur sind einer Wärmeeinstrahlung ausgesetzt. Diese hat zur Folge, dass das innerhalb der Flüssigkeitsleitung strömende Kältemittel teilweise verdampft, es somit zur Bildung von unerwünschten Dampfanteilen kommt. Um dies zu verhindern, werden Kältemittel bisher entweder durch eine Expansion eines Teilstromes des Kältemittels und anschließender Verdampfung oder durch einen inneren Wärmeübergang gegen einen Sauggasstrom, welches dabei überhitzt wird, unterkühlt.

[0043] Bei dem erfindungsgemäßen Kältekreislauf bzw. der erfindungsgemäßen Verfahrensweise kann der Temperaturabstand zwischen Saug- und Flüssigkeitsleitung bzw. des darin zirkulierenden Kältemittels unter Umständen zu gering sein, um eine innere Wärmeübertragung für die erforderliche Unterkühlung des in der Flüssigkeitsleitung strömenden Kältemittels zu realisieren.

[0044] Die Erfindung weiterbildend wird daher wie bereits erwähnt vorgeschlagen, das aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 4 abgezogene Kältemittel im Wärmetauscher bzw. Unterkühler E5 gegen das aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 und im Ventil e entspannte Flashgas zu unterkühlen. Nach Durchgang durch den Wärmetauscher bzw. Unterkühler E5 wird das entspannte und im Wärmetauscher E5 überhitzte Kältemittel über die Leitungsabschnitte 12' und 11 dem Eingang der Verdichtereinheit 6 zugeführt. Durch die Überhitzung des aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 abgezogenen Flashgasstromes wird in der Flüssigkeitsleitung 4 eine ausreichende Unterkühlung des in ihr strömenden Kältemittels erreicht; diese Unterkühlung des Kältemittels verbessert den Regelbetrieb der Entspannungs- bzw. Einspritzventile b, c und d, die den Verdampfern E2, E3 und E4 vorgeschaltet sind.

[0045] Flüssigkeitströpfchen, die aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 aufgrund einer zu kleinen Dimensionierung und/oder Überfüllung des Sammelbehälters 3 nicht abgeschieden und mit dem Flashgas mitgeführt werden, werden spätestens im Wärmetauscher/Unterkühler E5 verdampft. Die beschriebene Verfahrensweise hat somit darüber hinaus den Vorteil, dass die Betriebssicherheit der Verdichter bzw. Verdichtereinheit 6 aufgrund einer sicheren Überhitzung des Flashgasstromes erhöht wird.

[0046] Die Figuren 4 und 5 zeigen zwei weitere, zueinander alternative Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kältekreislaufes bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Kältekreislaufes. Der Übersichtlichkeit halber sind in den Figuren 4 und 5 lediglich Ausschnitte des in der Figur 2 und 3 dargestell-

ten erfindungsgemäßen Kältekreislaufes dargestellt.

[0047] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Kältekreislaufes weiterbildend wird vorgeschlagen, dass zumindest ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter abgezogenen Flashgases zumindest zeitweilig gegen wenigstens einen Teilstrom des verdichteten Kältemittels überhitzt wird.

[0048] Die **Figur 4** zeigt eine mögliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der zumindest zeitweilig ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter 3 über Leitung 12 abgezogenen Flashgases über die Leitung 16 einem Wärmetauscher E6 zugeführt und in diesem gegen das in der Verdichtereinheit 6 verdichtete Kältemittel überhitzt wird.

[0049] Bei der in der Figur 4 dargestellten Verfahrensweise wird der zu überhitzende Flashgasstrom im Wärmetauscher E6 gegen den gesamten, in der Verdichtereinheit 6 verdichteten Kältemittelstrom, der über Leitung 7 dem in der Figur 4 nicht dargestellten Verflüssiger bzw. Enthitzer zugeführt wird, überhitzt.

[0050] Nach Durchgang durch den Wärmetauscher/Überhitzer E6 wird der Flashgasstrom über Leitung 16 dem Eingang des Verdichters 6' der Verdichtereinheit 6 zugeführt.

[0051] In der **Figur 5** dargestellt ist eine Verfahrensweise, bei der der aus dem Sammelbehälter 3 über die Leitung 12, das geöffnete Ventil g und die Leitung 16 abgezogene Flashgasstrom in dem Wärmetauscher E7 gegen den verdichteten Kältemittelstrom in der Leitung 7 überhitzt wird. Der Flashgasstrom kann nach Durchgang durch den Wärmetauscher E7 der Verdichtereinheit 6 in der Form zugeführt werden, dass ein oder mehrere Zylinder der mehrzylindrigen Verdichter das Flashgas auf einem höheren Druckniveau absaugen. Alternativ zu dem Ventil g können die Ventile x, y, und z vorgesehen werden.

[0052] Die in den Figuren 4 und 5 dargestellten Verfahrensweisen ermöglichen es sicherzustellen, dass in dem Flashgas enthaltene Flüssiganteile zweifelsfrei verdampft werden, woraus eine erhöhte Sicherheit für die Verdichter bzw. die Verdichtereinheit 6 resultiert.

Patentansprüche

1. Kältekreislauf, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel, insbesondere CO₂, zirkuliert, wobei der Kältekreislauf einen überkritischen Betrieb ermöglicht, aufweisend in Strömungsrichtung einen Verflüssiger/Gaskühler (1), eine Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a), einen Sammelbehälter (3), eine einem Verdampfer (E2, E3) vorgeschaltete Entspannungsvorrichtung (b, c), einen Verdampfer (E2, E3) und eine mit dem Verdampfer (E2, E3) durch eine Saugleitung (5) verbundene Verdichtereinheit (6), wobei der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist, wobei in der Verbindungs-

leitung (11, 12) zwischen dem Gasraum des Sammelbehälters (3) und dem Eingang der Verdichtereinheit (6) ein Entspannungsventil (e) vorgesehen ist, und wobei die Verbindungsleitung (11, 12) in die Saugleitung (5) vor der Verdichtereinheit (6) mündet.

2. Kältekreislauf nach Anspruch 1, wobei dem Sammelbehälter (3) ein Wärmeübertrager (E1) vorgeschaltet ist, und/oder wobei der Wärmeübertrager (E1) eingangsseitig mit dem Ausgang des Verflüssigers/Gaskühlers (1) verbunden oder verbindbar ist (2, 13).

3. Kältekreislauf nach Anspruch 2, wobei sich die Leitung (2) von dem Verflüssiger/Gaskühler (1) in einen ersten Leitungsabschnitt (2') und in einen zweiten Leitungsabschnitt (13) aufteilt, wobei in dem zweiten Leitungsabschnitt (13) ein Entspannungsventil (f) angeordnet ist, und wobei das Kältemittel in dem zweiten Leitungsabschnitt (13) in dem Wärmeübertrager (E1) gegen das Kältemittel in dem ersten Leitungsabschnitt (2') verdampft wird, und/oder wobei der zweite Leitungsabschnitt (13, 14) nach dem Wärmeübertrager (E1) mit dem Eingang des Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist.

4. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Druckleitung (7) zum Zuführen von verdichtetem Kältemittel von der Verdichtereinheit (6) zu dem Verflüssiger/Gaskühler (1) vorgesehen ist, und wobei die Druckleitung (7) mit der den Verflüssiger/Gaskühler (1) und den Sammelbehälter (3) verbindenden Leitung (2, 2', 2'') verbunden oder verbindbar ist.

5. Kältekreislauf nach Anspruch 4, wobei eine Druckleitung (7) zum Zuführen von verdichtetem Kältemittel von der Verdichtereinheit (6) zu dem Verflüssiger/Gaskühler (1) vorgesehen ist, und wobei eine Leitung (18) mit einem darin vorgesehenen Ventil (j) den Leitungsabschnitt (2', 2'') zwischen dem Wärmeübertrager (E1) und der Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a) mit der Druckleitung (7) nach der Verdichtereinheit (6) verbindet, und/oder wobei eine Leitung (17) mit einem darin vorgesehenen Ventil (h) den Leitungsabschnitt zwischen der Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a) und dem Sammelbehälter (3) mit der Druckleitung (7) nach der Verdichtereinheit (6) verbindet.

6. Kältekreislauf nach Anspruch 5, wobei der gewählte Zwischendruck über das Entspannungsventil (e) in der Leitung (12) und über das Entspannungsventil (h) in der Leitung (17) und/oder über das Entspannungsventil (j) in der Leitung (18) so regelbar ist, dass er einen konstanten Wert oder eine konstante Differenz zum Saugdruck hat.

7. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang eines Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) verbunden oder verbindbar ist.
8. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Druckleitung (7) zum Zuführen von verdichtetem Kältemittel von der Verdichtereinheit (6) zu dem Verflüssiger/Gaskühler (1) vorgesehen ist, und wobei ein Wärmetauscher (E6) vorgesehen ist, in dem aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenes Flashgas gegen verdichtetes Kältemittel in der Druckleitung (7) überhitzt wird.
9. Kältekreislauf nach Anspruch 8, wobei das Flashgas nach Durchgang durch den Wärmetauscher/Überhitzer (E6) über eine Leitung (16') dem Eingang des Verdichters (6') der Verdichtereinheit (6) zugeführt wird.
10. Kältekreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das von dem Sammelbehälter (3) abgezogene Kältemittel über eine Leitung (8) einem oder mehreren Tiefkühlverbrauchern (E4), denen ein Entspannungsventil (d) vorgeschaltet ist, zugeführt wird.
11. Kältekreislauf nach Anspruch 10, wobei eine Verdichtereinheit (10) vorgesehen ist, die über eine Saugleitung (9) mit in dem Tiefkühlverbraucher (E4) verdampften Kältemittel versorgt wird, und wobei das in der Verdichtereinheit (10) verdichtete Kältemittel über eine Saugleitung (11) der Verdichtereinheit (6) zugeführt wird.
12. Verfahren zum überkritischen Betrieb eines Kältekreislaufes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel, insbesondere CO₂, zirkuliert, wobei in der zwischen dem Verflüssiger/Gaskühler (1) und dem Sammelbehälter (3) angeordneten Zwischen-Entspannungsvorrichtung (a) eine Entspannung des Kältemittels auf einen Zwischendruck von 5 bis 40 bar erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass
 durch ein Entspannungsventil (e) in der Verbindungsleitung (11, 12), die den Gasraum des Sammelbehälters (3) mit dem Eingang der Verdichtereinheit (6) verbindet und in die Saugleitung (5) vor der Verdichtereinheit (6) mündet, der Zwischendruck konstant gehalten wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Kältemittel (2) vor seiner Zwischen-Entspannung (a) abgekühlt wird, wobei die Abkühlung (E1) des Kältemittels (2) insbesondere gegen einen Teilstrom des Kältemittels (13) erfolgt.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das aus dem Sammelbehälter (3) abgezogene Kältemittel (4) unterkühlt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei zumindest ein Teilstrom des aus dem Sammelbehälter (3) abgezogenen Flashgases (12) zumindest zeitweilig gegen das verdichtete Kältemittel (7) überhitzt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei der Zwischendruck mittels wenigstens eines Ventils (e, h, j) auf einen konstanten Wert und/oder auf eine konstante Differenz zu dem Saugdruck geregelt wird, wobei diese Regelung insbesondere über das Entspannungsventil (e) in der Leitung (12) und über das Entspannungsventil (h) in der Leitung (17) und/oder über das Entspannungsventil (j) in der Leitung (18) erfolgt.

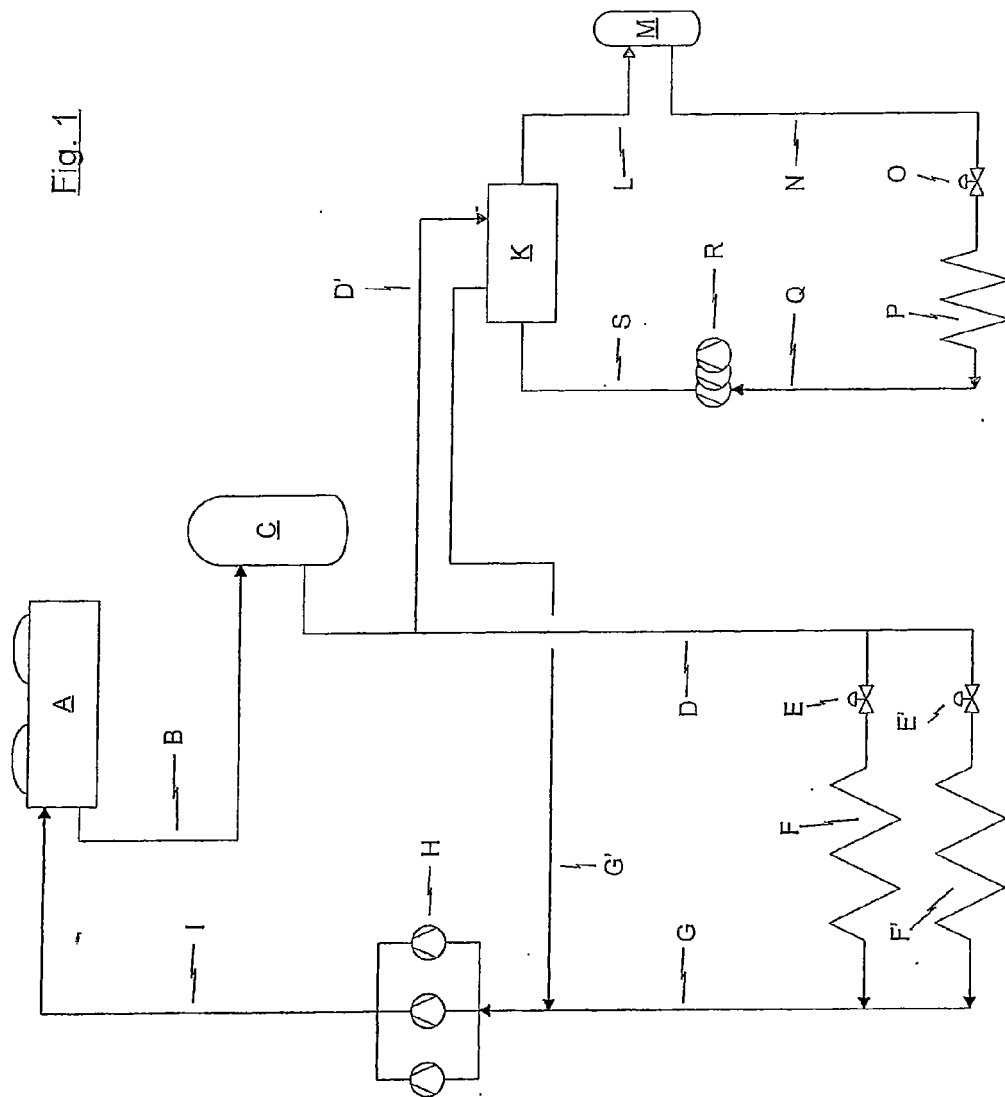
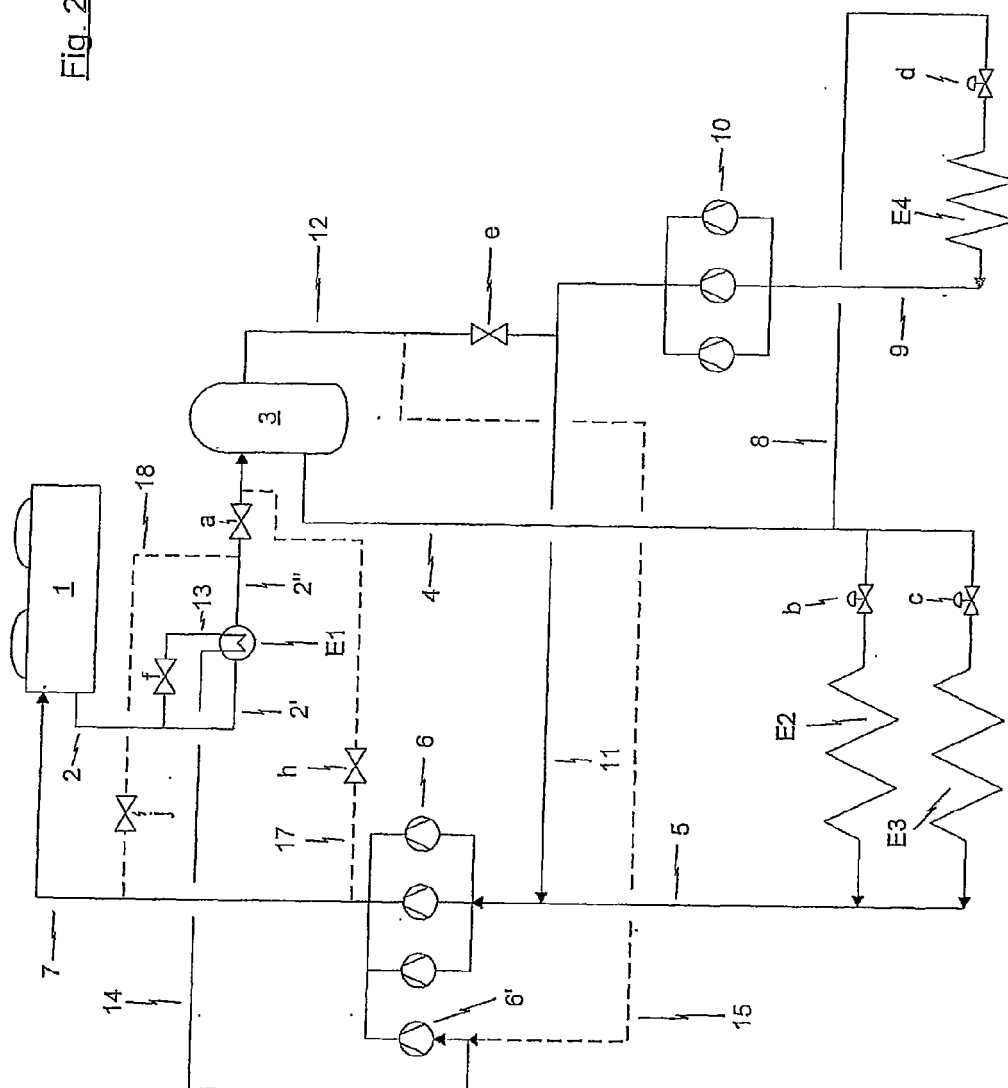


Fig. 2



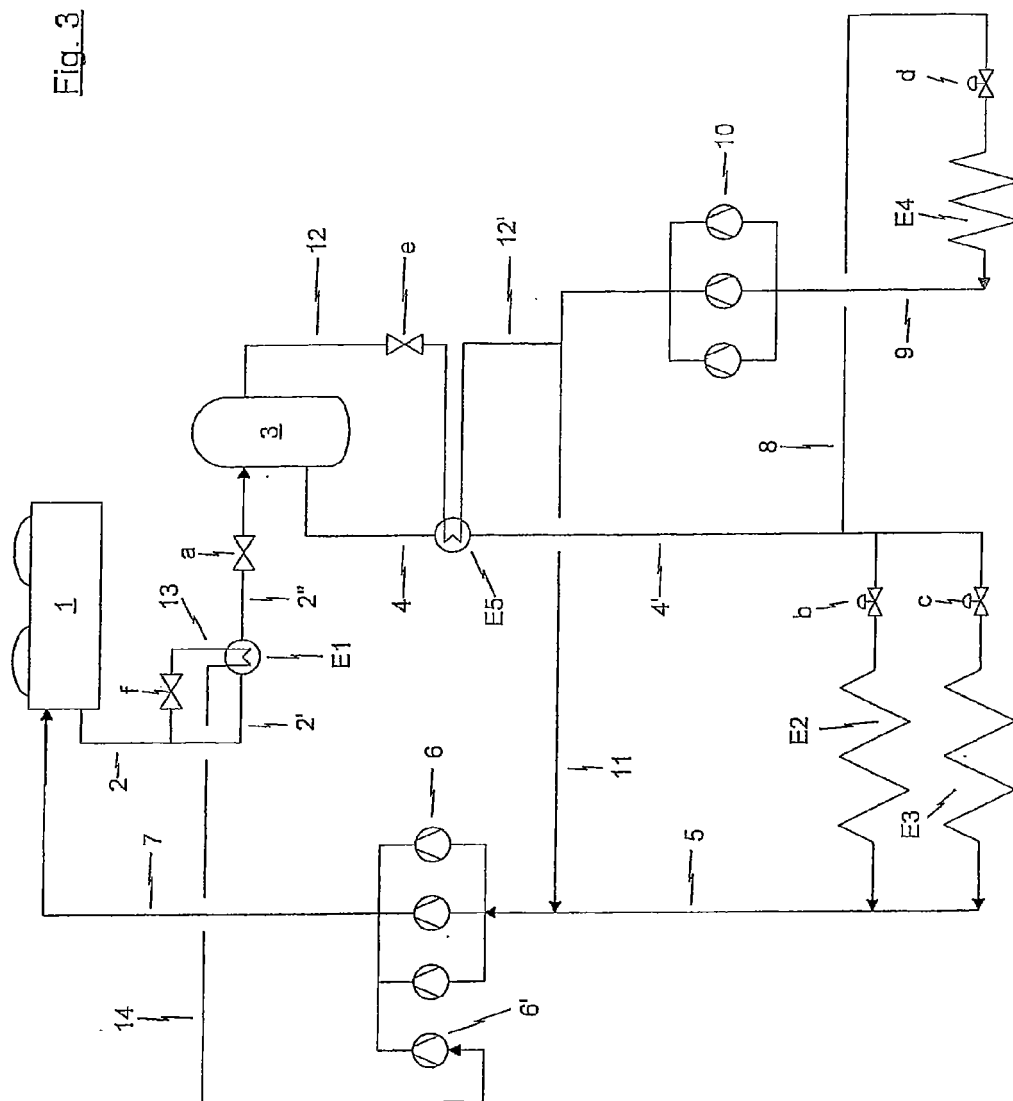


Fig. 4

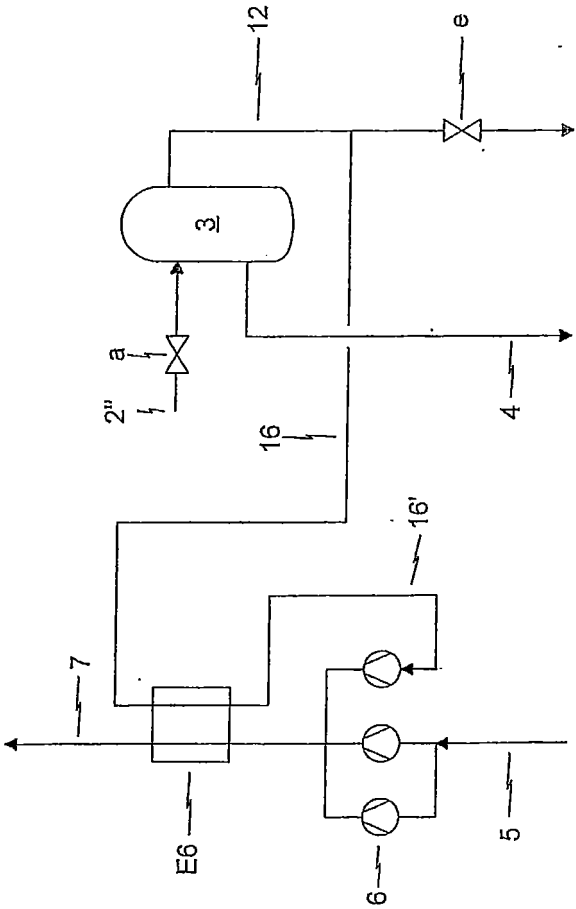


Fig. 5

