

(19)



(11)

**EP 1 983 276 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.10.2008 Patentblatt 2008/43**

(51) Int Cl.:  
**F25B 6/00 (2006.01)**      **F25B 7/00 (2006.01)**  
**F25B 9/00 (2006.01)**      **F25B 29/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08033514.4**

(22) Anmeldetag: **29.03.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

(72) Erfinder: **Liehm, Matthias, Dr.-Ing.**  
**01156 Dresden (DE)**

(74) Vertreter: **Hofmann, Klaus et al**  
**Patentanwälte Pätzelt-Seltmann-Hofmann,**  
**World Trade Center**  
**Ammonstrasse 72**  
**01067 Dresden (DE)**

(30) Priorität: **19.04.2007 DE 102007018439**

(71) Anmelder: **Dresdner Kühlanlagenbau GmbH**  
**01069 Dresden (DE)**

### (54) Kälteanlage

(57) Die Erfindung betrifft eine Kälteanlage mit einer umgebungstemperaturabhängigen Schaltung und ein Verfahren zum Betrieb dieser Kälteanlage.

Es besteht die Aufgabe, den Anteil von Kältemitteln mit hohem direktem Treibhauspotential einer Kälteanlage auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Deshalb werden Kälteanlagen mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> favorisiert. Dabei sollen die bei hohen Umgebungstemperaturen auftretenden hohen Drücke auf der Druckseite des Normalkühlkreislaufes vermieden werden.

Die Kälteanlage besteht aus mindestens einem Normalkühlkreislauf (B) und einem Zusatzkühlkreislauf (C).

Die Kältekreisläufe bestehen aus jeweils einem Verdichter (3,8), einem Verflüssiger (4), einer Expansionseinrichtung (5,10) und einem Verdampfer (6,11). Die beiden Kältekreisläufe sind in Kaskadenschaltung mit einem Wärmeübertrager miteinander verbunden. Zwischen Verdichter und Verflüssiger des Normalkühlkreislaufes zweigt eine Leitung (12) ab, die über einen zusätzlichen Wärmeübertrager (13.1,13.2) geführt wird. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Wärme des Normalkühlkreislaufes (B) direkt ohne Nutzung des Zusatzkühlkreislaufes (C) abzuführen. Der Wärmeübertrager kann im einfachsten Fall ein luftgekühlter Wärmeübertrager bzw. Verflüssiger sein.

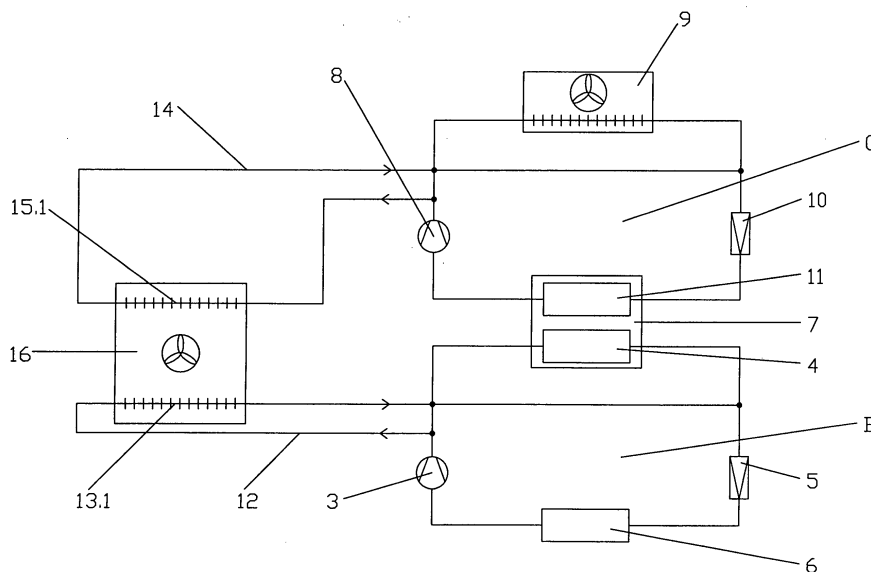


Fig. 1

**EP 1 983 276 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kälteanlage mit einer umgebungstemperaturabhängigen Schaltung und ein Verfahren zum Betrieb dieser Kälteanlage.

**[0002]** Es gibt bisher nur eine geringe Zahl einstufiger Kälteanlagen mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub>, da gegenüber herkömmlichen Kältemitteln ein um ein vielfaches höherer Druck, der bei typischen Umgebungsbedingungen in Mitteleuropa auf der Druckseite bis zu 120 bar betragen kann, auftreten kann.

**[0003]** Um die technischen Probleme aufgrund dieses hohen Druckes zu beherrschen, werden derzeit Kälteanlagen mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> fast ausschließlich als Tiefkühlkreislauf einer Kaskade betrieben, der in der Regel Verdampfungstemperaturen zwischen -20°C und -40°C aufweist. Um die Drücke auf ca. 40 bar zu begrenzen, wird die Abwärme dieses Tiefkühlkreislaufes dabei nicht an die Umgebung sondern über einen Wärmeübertrager bei einer Verflüssigungstemperatur von maximal 5°C an einen Normalkühlkreislauf mit Verdampfungstemperaturen von -15°C bis 0°C abgegeben. Dieser Kältekreislauf ist mit Kältemitteln gefüllt, die bei hohen Umgebungstemperaturen bis ca. 35°C Verflüssigungsdrücke unterhalb von 40 bar haben. Angewendet werden Kältemittel mit hohem direktem Treibhauspotential oder Kältemittel die giftig wie z.B. Ammoniak oder brennbar wie z. B. Propan sind.

**[0004]** In der Offenlegungsschrift DE 10 2004038640 A1 sind derartige Kaskadenanlagen ausführlich beschrieben. Als Alternative wird ein Prozess mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> mit der bereits bekannten in anderen Anwendungen genutzten Mitteldruckflasche dargestellt, bei dem zwischen Verflüssiger und Mitteldruckflasche eine Zwischenexpansion stattfindet. Mit dieser Lösung konnte der Druck innerhalb eines Supermarktes auf ein herkömmliches Druckniveau von ca. 40 bar gesenkt werden.

**[0005]** Das Hauptziel des Einsatzes von CO<sub>2</sub> - Anlagen besteht darin, herkömmliche Kältemittel mit ihrem hohen direkten Treibhauspotential abzulösen, jedoch durch diese Maßnahme nicht zusätzliche Gefahren durch Brennbarkeit oder Giftigkeit zu verursachen und den energetischen Wirkungsgrad der Gesamtanlage nicht zu verschlechtern.

**[0006]** Einstufige Kälteanlagen im Normalkühlkreislauf mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> haben bei hohen Umgebungstemperaturen sehr hohe Drücke auf der Druckseite des Kältekreislaufes zur Folge. Die daraus resultierenden Sicherheitsprobleme erfordern ein hohes Maß an Sicherheitstechnik, die zu einem starken Anstieg der Investitionskosten führen.

**[0007]** Andererseits hat ein Kältekreislauf mit CO<sub>2</sub> bei hohen Umgebungstemperaturen aufgrund der thermodynamischen Eigenschaften dieses Kältemittels einen schlechten Wirkungsgrad. Dieser kann nur mit großem zusätzlichem anlagentechnischem Aufwand sowie einer anspruchsvollen Regelung verbessert werden.

**[0008]** Eine CO<sub>2</sub> - Anlage für den Normalkühlkreislauf,

bei der die Wärme ohne Nutzung eines Zusatzkreislaufes abgegeben wird, ist im Teillastbereich stark überdimensioniert. Dies führt zu Problemen beim Teillastbetrieb wie z.B. die Gewährleistung einer sicheren Ölrückführung.

**[0009]** Eine Alternative zu einstufigen Kälteanlagen sind Kaskadenschaltungen. Bei bisher bekannten Kaskadenanlagen mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> werden im Normalkühlkreislauf herkömmliche Kältemittel, die ein hohes Treibhauspotential haben, und im Tiefkühlkreislauf das Kältemittel CO<sub>2</sub> eingesetzt. Da der Normalkühlkreislauf bei den meisten Anlagen z.B. im Supermarktbereich den größeren Anteil der Gesamtanlage darstellt, wird das Ziel, das direkte Treibhauspotential der Gesamtanlage entscheidend zu senken, nur zu einem sehr geringen Teil erreicht.

**[0010]** Die Vermeidung dieser Tatsache durch einen Zusatzkreislauf im Klimabereich bei Verdampfungstemperaturen von 0 bis 15°C zur Kühlung des Kondensators des Normalkühlbereiches bewirkt thermodynamische Verluste infolge der Temperaturdifferenz im Wärmeübertrager zwischen Normalkühlkreislauf und Zusatzkühlkreislauf.

**[0011]** Durch Schaltungen mit Mitteldruckflasche und Zwischenentspannungsvorrichtung, wie in DE 10 2004038640 A1 beschrieben, kann der Druck zwar in einigen Bereichen, wie z.B. im Innenraum eines Supermarktes vermindert werden. Die Wärme muss jedoch auch hier an die Umgebung abgegeben werden, wobei bei hohen Umgebungstemperaturen auch hohe Drücke auf der Druckseite des Kältekreislaufes entstehen.

**[0012]** Aus der JP 2004 271 166 A ist eine Kälteanlage mit zwei Kältekreisläufen in Kaskadenschaltung bekannt, bei der zwischen Verdichter (21b) und Verflüssiger (42, 24b) eine Leitung (24c) abzweigt, die über einen zusätzlichen Wärmeübertrager (22d) geführt wird. In der Druckschrift gibt es keine Hinweise auf die Verwendung von Kohlendioxid als Kältemittel und dem damit verbundenen Ziel, das Druckniveau in der Kälteanlage hinsichtlich der Verflüssigung von Kohlendioxid zu reduzieren.

**[0013]** DE 31 11 469 A1 beschreibt eine mehrstufige Kompressions-Kaltdampfmaschine, die aus mindestens zwei Kältemittelkreisläufen unterschiedlichen Druckniveaus und mindestens einem die einzelnen Kreisläufe verbindenden unter Mitteldruck stehenden Wärmeübertrager mit integriertem Wärmespeicher besteht.

**[0014]** Ziel der Erfindung ist es, eine Kälteanlage so zu gestalten, dass o. g. Nachteile vermieden werden.

**[0015]** Es besteht die Aufgabe, den hohen Anteil von Kältemitteln mit hohem direktem Treibhauspotential einer Kälteanlage zu senken. Zumindest große Teile des Normalkühlkreislaufes sollten deshalb mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> betrieben werden. Dies muss jedoch so realisiert werden, dass die bei hohen Umgebungstemperaturen auftretenden hohen Drücke auf der Druckseite des Normalkühlkreislaufes vermieden werden.

**[0016]** Die Vermeidung der hohen Drücke im Normalkühlkreislauf beim Kältemittel CO<sub>2</sub> ist so zu erreichen, dass die für eine Kaskade typischen Verluste im Wärme-

übertrager zwischen dem Normalkühlkreislauf und dem Zusatzkreislauf weitestgehend vermieden werden.

**[0017]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 7 gelöst. Ausgestaltende Merkmale sind in den Unteransprüchen 2 bis 6 beschrieben.

**[0018]** Die Kälteanlage besteht aus mindestens zwei Kältekreisläufen einem Normalkühlkreislauf, in dem überwiegend das Kältemittel CO<sub>2</sub> enthalten ist, und einem Zusatzkühlkreislauf.

**[0019]** Die Kältekreisläufe bestehen aus jeweils mindestens einem Verdichter, mindestens einem luftgekühlten Wärmeübertrager bzw. Verflüssiger, mindestens einer Expansionseinrichtung und mindestens einem Verdampfer.

**[0020]** Die beiden Kältekreisläufe sind in Kaskadenschaltung mit einem Wärmeübertrager, der gleichzeitig Verflüssiger des Normalkühlkreislaufes und Verdampfer des Zusatzkühlkreislaufes ist, miteinander verbunden.

**[0021]** Zwischen Verdichter und Verflüssiger des Normalkühlkreislaufes zweigt eine Leitung ab, die über einen zusätzlichen Wärmeübertrager geführt wird, und vor und/oder nach dem Verflüssiger des Normalkühlkreislaufes wieder einmündet. Mit Hilfe dieses zusätzlichen Wärmeübertragers kann bei niedrigen Umgebungstemperaturen ein Teil oder die gesamte Verflüssigungswärme direkt an die Umgebung abgegeben werden.

**[0022]** Es besteht die Möglichkeit, den zusätzlichen Wärmeübertrager direkt zwischen Verdichter und Verflüssiger zu integrieren.

**[0023]** Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Wärme des Normalkühlkreislaufes direkt ohne Nutzung des Zusatzkühlkreislaufes abzuführen. Der zusätzliche Wärmeübertrager kann im einfachsten Fall ein luftgekühlter Wärmeübertrager bzw. Verflüssiger sein. So wird die Wärme direkt an die Umgebungsluft abgegeben.

**[0024]** Andererseits kann die abzuführende Wärme genutzt werden, indem der zusätzliche Wärmeübertrager, der z.B. ein Platten- oder Rohrbündelwärmeübertrager sein kann, an einen Solekreislauf angeschlossen wird. Über diesen Solekreislauf wird die von der Sole im zusätzlichen Wärmeübertrager aufgenommene Wärme zu einer Wärmenutzungsstelle geführt.

**[0025]** Außerdem gibt es Möglichkeiten, die im Zusatzkühlkreislauf entstehende Wärme zu nutzen. Da diese Wärme nicht immer benötigt wird, aber immer wenn der Zusatzkühlkreislauf betrieben wird, abgeführt werden muss, zweigt zwischen Verdichter und dem luftgekühlten Wärmeübertrager des Zusatzkühlkreislaufes eine Leitung ab, die über einen zusätzlichen Wärmeübertrager geführt wird und vor und/oder nach dem luftgekühlten Wärmeübertrager des Zusatzkühlkreislaufes wieder einmündet. Über einen Wärmeübertrager, der z.B. ein Platten oder Rohrbündelwärmeübertrager sein kann, wird die Wärme bei einer wesentlich höheren Temperatur als im Normalkühlkreislauf einer Wärmenutzung z.B. zur Brauchwassererwärmung oder zur Heizungsunterstützung zugeführt.

**[0026]** Wie bereits festgestellt, wird von den Wärmenutzungsstellen nicht immer Wärme benötigt. Teilweise wird auch aus Investitionsgründen auf eine zusätzliche Nutzung verzichtet, so dass in beiden Kreisläufen luftgekühlte Wärmeübertrager zur Wärmeabfuhr eingesetzt werden. Da beide luftgekühlte Wärmeübertrager nicht gleichzeitig mit voller Leistung betrieben werden, bietet es sich an, beide so unterzubringen, dass der zusätzliche luftgekühlte Wärmeübertrager des Normalkühlkreislaufes sich im selben Gehäuse wie der luftgekühlte Wärmeübertrager des Zusatzkühlkreislaufes befindet. Auf diese Weise kann die Anzahl der Ventilatoren und damit die Investitionssumme reduziert werden.

**[0027]** Die Umgebungstemperatur und damit auch die Verflüssigungstemperatur und der Verflüssigungsdruck, der das Signal zur Nutzung des Zusatzkühlkreislaufes vorgibt, ändern sich ständig. Bei relativ kurzfristigen Änderungen würde sich auch die Betriebsart der Kälteanlage ständig ändern. Um dies zu vermeiden kann der Wärmeübertrager zwischen dem Normalkühlkreislauf und dem Zusatzkühlkreislauf als Wärmespeicher ausgeführt sein. So kann die Wärme bei kurzfristigen Überschreitungen des Umschaltdruckes an ein Speichermedium abgegeben werden.

**[0028]** Die Funktionsweise der Kälteanlage sowie des beschriebenen Verfahrens ist wie folgt:

**[0029]** Die Umgebungstemperatur als wesentlicher Einflussfaktor auf die Verflüssigungstemperatur und damit dem Verflüssigungsdruck ändert sich im Verlauf eines Jahres. Maximale Umgebungsdrücke von CO<sub>2</sub>-Anlagen bis ca. 60 bar sind noch relativ gut beherrschbar. Diese Drücke können bei Umgebungstemperaturen unterhalb von 5 - 20°C mit einem einstufigen Betrieb des Normalkühlkreislaufes realisiert werden. Erst bei Überschreitung des Umgebungstemperaturbereiches von 5 - 20°C werden höhere Drücke erreicht.

**[0030]** Die Betriebsweise der Kälteanlage erfolgt in Abhängigkeit von der Verflüssigungstemperatur bzw. des Verflüssigungsdruckes des Normalkühlkreislaufes, die im Wesentlichen von der Umgebungstemperatur aber auch von der Auslegung der Anlage sowie dem aktuellen Kältebedarf der einzelnen Verbraucher abhängen. Eine zusätzliche Beeinflussung der Betriebsweise kann sich aus dem Wärmebedarf der Abwärmnutzer ergeben.

**[0031]** Die drei wesentlichen Betriebsarten sind folgende:

Beim Betrieb bei hohen Umgebungstemperaturen oberhalb des Bereiches von 5 bis 20°C, in den Ansprüchen und nachfolgend Sommerbetrieb genannt, wird die im Normalkühlkreislauf entstehende Wärme über einen Wärmeübertrager der gleichzeitig Verflüssiger des Normalkühlkreislaufes und Verdampfer des Zusatzkühlkreislaufes ist, an den Zusatzkreislauf übertragen. Diese Wärme wird dann über einen Wärmeübertrager bzw. Verflüssiger des Zusatzkühlkreislaufes an die Umgebung abgegeben.

**[0032]** Beim Betrieb bei niedrigen Umgebungstempe-

raturen unterhalb des Bereiches von 5 bis 20°C, in den Ansprüchen und nachfolgend Winterbetrieb genannt, wird die Anlage ohne Nutzung des Zusatzkühlkreislaufes betrieben. Die Abwärme wird über einen zusätzlichen Wärmeübertrager, der z.B. ein luftgekühlter Wärmeübertrager sein kann, an die Umgebung abgegeben.

**[0033]** Beim Betrieb bei mittleren Umgebungstemperaturen im Bereich von 5 bis 20°C, in den Ansprüchen und nachfolgend Übergangsbetrieb genannt, wird die Wärme zu einem Teil über einen Wärmeübertrager an die Umgebung und zu einem Teil über den Verflüssiger des Normalkühlkreislaufes an den Verdampfer des Zusatzkühlkreislaufes übertragen. Diese Wärme wird dann über einen luftgekühlten Wärmeübertrager des Zusatzkühlkreislaufes an die Umgebung abgegeben.

**[0034]** Der Übergangsbetrieb kann auch bei niedrigeren Temperaturen als oben angegeben erfolgen, z.B. wenn Nutzwärmebedarf zur Abnahme aus dem Zusatzkühlkreislauf besteht.

**[0035]** Gegenüber herkömmlichen Kaskadenanlagen mit CO<sub>2</sub> im Tiefkühlkreislauf und einem Kältemittel mit hohem Treibhauspotential im Normalkühlkreislauf hat die beschriebene Anlage den Vorteil, dass auch im Normalkühlkreislauf das Kältemittel CO<sub>2</sub> angewendet werden kann.

**[0036]** Gegenüber einer Kaskadenanlage, in der auch die Kühlung des Normalkühlkreislaufes ständig über einen Zusatzkreislauf erfolgen würde, hat die beschriebene Anlage den Vorteil, dass die Verluste infolge der zusätzlichen Temperaturdifferenz im Wärmeübertrager zwischen Verflüssiger des Normalkühlkreislaufes und Verdampfer des Zusatzkühlkreislaufes der Kaskade nur auftreten, wenn die Wärmeabgabe der Anlage über den Zusatzkühlkreislauf erfolgt, d.h. wenn die Umgebungstemperatur oberhalb des Umschaltbereiches der Umgebungstemperatur von 5°C bis 20°C liegt und Sommerbetrieb gefahren wird. Unterhalb dieses Umschaltbereiches also beim Winterbetrieb treten diese Verluste nicht auf, da die Wärmeabgabe ohne Nutzung des Zusatzkreislaufes erfolgt.

**[0037]** Anstelle von Kältemitteln mit Verflüssigungsdrücken unter 40 bar bei hohen Umgebungstemperaturen aber mit hohem Treibhauspotential bzw. hoher Brennbarkeit oder Giftigkeit könnte im Zusatzkreislauf auch das Kältemittel CO<sub>2</sub> eingesetzt werden. Die beschriebenen Probleme aufgrund der hohen Drücke könnten durch Anwendung einer industriell vorgefertigten Baueinheit, die nur auf hohe Umgebungstemperaturen ausgelegt ist, reduziert werden.

**[0038]** Der Wirkungsgrad des Zusatzkühlkreislaufes der beschriebenen Anlage mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> könnte zukünftig durch eine Expansions-Kompressionsmaschine verbessert werden. Gegenüber einstufigen Schaltungen hätte die Nutzung dieser Baueinheit bei dieser Kaskadenschaltung den Vorteil, dass diese Einrichtung auf einen wesentlich kleineren Umgebungstemperaturbereich abgestimmt werden müsste.

**[0039]** Nachfolgend wird die Erfindung an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

rungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 Supermarktkälteanlage mit Wärmeabgabe über zusätzliche luftgekühlte Wärmeübertrager  
 5 Fig. 2 Supermarktkälteanlage mit Nutzwärme-  
 läufen

**[0040]** Da gerade im Supermarktbereich weit verzweigte Rohrleitungssysteme auftreten und der Druck zur Ablösung von Kältemitteln mit hohem Treibhauspotential in diesem Bereich besonders groß ist, wurden in beiden Ausführungsbeispielen Kälteanlagen für Supermärkte betrachtet.

**[0041]** In einem ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird eine Supermarktkälteanlage mit Wärmeabgabe über zusätzliche luftgekühlte Wärmeübertrager beschrieben.

**[0042]** Diese Variante mit relativ geringen Investitionskosten ist besonders für den Discountbereich ohne größeren Warmwasserbedarf geeignet.

**[0043]** Die Kälteanlage ist eine Kaskadenkälteanlage, die aus einem Normalkühlkreislauf B und einem Zusatzkreislauf C besteht. Beide sind über einen Wärmeübertrager 7, der im Ausführungsbeispiel ein Plattenwärmeübertrager ist, miteinander verbunden.

**[0044]** Das im Normalkühlkreislauf B zirkulierende Kältemittel CO<sub>2</sub> wird in einem Verbund, der aus mehreren Verdichtern besteht und als Verdichter 3 symbolisiert ist, auf einen höheren Druck verdichtet.

**[0045]** Die Verflüssigung des Kältemittels erfolgt entweder im Verflüssiger 4 unter Wärmeabgabe an den Verdampfer 11 des Zusatzkreislaufes C oder im zusätzlichen luftgekühlten Wärmeübertrager 13.1 unter Wärmeabgabe an die Umgebungsluft.

**[0046]** Die Expansionseinrichtung 5 besteht aus mehreren Expansionsventilen, die sich an den Kühlmöbeln befinden und als eine Expansionseinrichtung 5 symbolisiert sind. Hier erfolgt die Expansion des Kältemittels auf den Verdampfungsdruck.

**[0047]** Die Kühlung der Waren erfolgt über Verdampfer in den einzelnen Kühlmöbeln, die als ein Verdampfer 6 symbolisiert sind. Hier wird der Luft im Inneren des Kühlregals Wärme entzogen, die vom Kältemittel CO<sub>2</sub> aufgenommen wird.

**[0048]** Zwischen Verdichter 3 und Verflüssiger 4 des Normalkühlkreislaufes B zweigt eine Leitung 12 ab, die über einen luftgekühlten Wärmeübertrager 13.1 geführt wird und vor und nach dem Verflüssiger 4 wieder eingebunden ist.

**[0049]** Das im Zusatzkreislauf C zirkulierende Kältemittel R134a wird in einem Verdichter 8, der in diesem Beispiel drehzahl geregelt ist, auf einen höheren Druck verdichtet, der im Gegensatz zum Kältemittel CO<sub>2</sub> unterhalb von 15 bar liegt.

**[0050]** Die Abkühlung bzw. Verflüssigung des Kältemittels R134a erfolgt in einem luftgekühlten Wärmeübertrager 15.1 und/oder 9, wobei die entstehende Wärme an die Umgebungsluft abgegeben wird.

**[0051]** Die Expansionseinrichtung 10 ist hier ein elektronisch geregeltes Expansionsventil. Hier erfolgt die Expansion des Kältemittels auf den Verdampfungsdruck des Zusatzkühlkreislaufes C.

**[0052]** Das Kältemittel R134a nimmt im Verdampfer 11 des Wärmeübertragers 7 die im Verflüssiger 4 des Normalkühlkreislaufes B entstehende Verflüssigungswärme auf.

**[0053]** Zwischen Verdichter 8 und luftgekühltem Wärmeübertrager 9 des Zusatzkühlkreislaufes C zweigt eine Leitung 14 ab, die über einen zusätzlichen luftgekühlten Wärmeübertrager 15.1 geführt wird und vor und nach dem luftgekühlten Wärmeübertrager 9 wieder eingebunden ist. Je nach Auslegung des luftgekühlten Wärmeübertragers 15.1 kann auf den luftgekühltem Wärmeübertrager eventuell auch verzichtet werden.

**[0054]** Die luftgekühlten Wärmeübertrager 13.1 und 15.1 befinden sich in einem gemeinsamen Gehäuse 16 mit gemeinsam genutzten Luftventilatoren und werden nacheinander von der Umgebungsluft durchströmt. Im Ausführungsbeispiel liegt der luftgekühlte Wärmeübertrager 13.1 des Normalkühlkreislaufes B in Strömungsrichtung der Luft vor dem luftgekühlten Wärmeübertrager 15.1 des Zusatzkühlkreislaufes C. Auf diese Weise durchströmt die Umgebungsluft erst bei einem niedrigen Temperaturniveau den Wärmeübertrager 13.1 des Normalkühlkreislaufes B und dann bei einem höheren Temperaturniveau den Wärmeübertrager 15.1 des Zusatzkühlkreislaufes C.

**[0055]** Nachfolgend wird die grundsätzliche Regelung der Anlage dargestellt:

**[0056]** Bei Verflüssigungsdrücken des Normalkühlkreislaufes B ab ca. 50 bar, die bei Umgebungstemperaturen oberhalb von ca. 10 °C auftreten, wird die Anlage in Sommerbetrieb gefahren. Dabei wird die im Normalkühlkreislauf B entstehende Wärme über einen Wärmeübertrager 7 der gleichzeitig Verflüssiger 4 des Normalkühlkreislaufes B und Verdampfer 11 des Zusatzkühlkreislaufes C ist, an den Zusatzkühlkreislauf C übertragen. Diese Wärme wird dann über den zusätzlichen luftgekühlten Wärmeübertrager 15.1 und den luftgekühlten Verflüssiger 9 des Zusatzkühlkreislaufes C an die Umgebung abgegeben. Die Leitung 12 und der luftgekühlte Wärmeübertrager 13.1 wird dabei nicht oder kaum durchströmt.

**[0057]** Bei Verflüssigungsdrücken des Normalkühlkreislaufes B unterhalb von ca. 45 bar, die bei Temperaturen unterhalb von ca. 5°C auftreten, wird die Anlage in Winterbetrieb gefahren. Dabei wird die Anlage ohne Nutzung des Zusatzkühlkreislaufes C betrieben. Das Kältemittel wird nach Durchströmung der Leitung 12 zum luftgekühlten Wärmeübertrager 13.1 transportiert. Dort wird die Verflüssigungswärme direkt an die Umgebung abgegeben. Der Verflüssiger 4 wird in dieser Betriebsart nicht oder kaum durchströmt.

**[0058]** Bei Verflüssigungsdrücken des Normalkühlkreislaufes B im Bereich von 45 -50 bar, die bei Umgebungstemperaturen von ca. 5 -10°C auftreten, wird die

Anlage im Übergangsbetrieb gefahren. Nach der Verdichtung durchströmt das Kältemittel CO<sub>2</sub> zuerst die Leitung 12 und den zusätzlichen luftgekühlten Wärmeübertrager 13.1 und gibt einen Teil der Verflüssigungswärme ab. Danach durchströmt das Kältemittel den Verflüssiger 4 des Wärmeübertragers 7. Über den Verflüssiger 4 wird die Wärme entweder an das Speichermedium im Wärmeübertrager 7 oder an den Verdampfer 11 des Zusatzkühlkreislaufes C übertragen. Erst wenn das Speichermedium keine Wärme mehr aufnehmen kann, muss der Zusatzkühlkreislauf C in Betrieb gehen.

**[0059]** Fig. 2 zeigt in einem weiteren Ausführungsbeispiel eine Supermarktkälteanlage mit Nutzwärmekreisläufen.

**[0060]** Die Kälteanlage ist eine Kaskadenkälteanlage, die aus einem Tiefkühlkreislauf A mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub>, einem Normalkühlkreislauf B mit dem Kältemittel CO<sub>2</sub> und einem Zusatzkreislauf C mit dem Kältemittel Isobutan besteht.

**[0061]** Das Kältemittel Isobutan hat kein Treibhauspotential, ist aber brennbar. Die Anwendung ist jedoch möglich, da es nur im Maschinenraum und außen und nicht innerhalb des Supermarktes eingesetzt wird.

**[0062]** Der Tiefkühlkreislauf A ist über den Wärmeübertrager 2, der im Ausführungsbeispiel ein Plattenwärmeübertrager ist, mit dem Normalkühlkreislauf B verbunden. Der Normalkühlkreislauf B ist über den Wärmeübertrager 7, der im Ausführungsbeispiel ein Plattenwärmeübertrager ist, mit dem Zusatzkühlkreislauf C verbunden.

**[0063]** Zwischen Verdichter 3 und Verflüssiger 4 des Normalkühlkreislaufes B zweigt eine Leitung 12 ab, die über einen flüssigkeitsgekühlten Wärmeübertrager 13.2 geführt wird und vor und nach dem Verflüssiger 4 wieder eingebunden ist.

**[0064]** Zwischen Verdichter 8 und Verflüssiger 9 des Zusatzkreislaufes C zweigt eine Leitung 14 ab, die über einen flüssigkeitsgekühlten Wärmeübertrager 15.2 geführt wird und vor und nach dem luftgekühlten Wärmeübertrager 9 wieder eingebunden ist.

**[0065]** Die im Tiefkühlkreislauf entstehende Verflüssigungswärme des Kältemittels CO<sub>2</sub> wird über den Verflüssiger 1 des Tiefkühlkreislaufes A im Wärmeübertrager 2 an den Verdampfer 6.1 des Normalkühlkreislaufes B abgeführt. Der Verdampfer 6.1 im Wärmeübertrager 2, ist eine Kühlstelle, die parallel zu den Verdampfern in den Kühlregalen, die als Verdampfer 6 des Normalkühlkreislaufes symbolisiert sind, geschaltet.

**[0066]** Das im Normalkühlkreislauf B zirkulierende Kältemittel CO<sub>2</sub> wird in einem Verbund, der aus mehreren Verdichtern besteht und als Verdichter 3 symbolisiert ist, auf einen höheren Druck verdichtet.

**[0067]** Die Verflüssigung des Kältemittels erfolgt entweder im Verflüssiger 4 unter Wärmeabgabe an den Verdampfer 11 des Zusatzkreislaufes C oder im flüssigkeitsgekühlten Wärmeübertrager 13.2 unter Wärmeabgabe an einen Solekreislauf D. Im Ausführungsbeispiel wird die Wärme über den Solekreislauf D zu einem Parkplatz geführt und dort, wenn notwendig, zur Eisfreihaltung ge-

nutzt.

**[0068]** Die Expansionseinrichtung 5 besteht aus mehreren Expansionsventilen, die sich an den Kühlmöbeln befinden und als eine Expansionseinrichtung 5 symbolisiert sind. Parallel zu dieser Expansionseinrichtung 5 befindet sich eine Expansionseinrichtung 5.1. Hier erfolgt die Expansion des Kühlmittels auf den Verdampfungsdruck. Das Kühlmittel wird dann zum Verdampfer 6.1 geleitet, der sich im Wärmeübertrager 2 befindet.

**[0069]** Die Kühlung der Waren erfolgt durch Wärmeabgabe über Verdampfer in den einzelnen Kühlmöbeln, die als ein Verdampfer 6 symbolisiert sind. Parallel dazu ist der Verdampfer 6.1 geschaltet, der die Wärme aus dem Tiefkühlkreislauf A aufnimmt.

**[0070]** Das im Zusatzkreislauf C zirkulierende Kältemittel Isobutan wird in einem Verdichter 8, der in diesem Beispiel drehzahl geregelt ist, auf einen höheren Druck verdichtet, der im Gegensatz zum Kältemittel CO<sub>2</sub> unterhalb von 15 bar liegt.

**[0071]** Die Abkühlung bzw. Verflüssigung des Kältemittels Isobutan erfolgt im flüssigkeitsgekühlten Wärmeübertrager 15.2, wenn Wärmebedarf für einen Flüssigkeitskreislauf E besteht, der in diesem Fall ein Brauchwasserkreislauf ist. Wird keine oder nur ein Teil der Verflüssigungswärme benötigt, wird die verbleibende der Wärme über in einem luftgekühlten Wärmeübertrager 9 an die Umgebungsluft abgegeben.

**[0072]** Die Expansionseinrichtung 10 ist in diesem Fall ein elektronisch geregeltes Expansionsventil. Hier erfolgt die Expansion des Kältemittels auf den Verdampfungsdruck des Zusatzkühlkreislaufes C.

**[0073]** Nachfolgend wird die grundsätzliche Regelung der Anlage dargestellt:

**[0074]** Bei Verflüssigungsdrücken des Normalkühlkreislaufes B ab ca. 50 bar, die bei Umgebungstemperaturen oberhalb von ca. 10 °C auftreten, wird die Anlage in Sommerbetrieb gefahren. Dabei wird die im Normalkühlkreislauf B entstehende Wärme über einen Wärmeübertrager 7 der gleichzeitig Verflüssiger 4 des Normalkühlkreislaufes B und Verdampfer 11 des Zusatzkühlkreislaufes C ist, an den Zusatzkühlkreislauf C übertragen. Diese Wärme wird dann über den zusätzlichen flüssigkeitsgekühlten Wärmeübertrager 15.2 an einen Flüssigkeitskreislauf E zur Wärmenutzung, in diesem Fall einen Brauchwasserkreislauf übertragen. Wird vom Brauchwasserkreislauf nicht die gesamte Wärme benötigt, erfolgt die Abgabe der Restwärme über den luftgekühlten Wärmeübertrager 9 des Zusatzkühlkreislaufes C an die Umgebung. Die Leitung 12 und der flüssigkeitsgekühlte Wärmeübertrager 13.2 wird dabei nicht oder kaum durchströmt.

**[0075]** Bei Verflüssigungsdrücken des Normalkühlkreislaufes B unterhalb von ca. 45 bar, die bei Temperaturen unterhalb von ca. 5°C auftreten, wird die Anlage in Winterbetrieb gefahren. Dabei wird die Anlage ohne Nutzung des Zusatzkühlkreislaufes C betrieben. Das Kältemittel wird nach Durchströmung der Leitung 12 zum flüssigkeitsgekühlten Wärmeübertrager 13.2 transpor-

tiert. Dort wird die Verflüssigungswärme mittels eines Solekreislaufes D zur Wärmenutzung zu einem Parkplatz geführt, über dessen Oberfläche die Wärme an die Umgebung abgegeben wird. Der Verflüssiger 4 wird in dieser Betriebsart nicht oder kaum durchströmt.

**[0076]** Bei Verflüssigungsdrücken des Normalkühlkreislaufes B im Bereich von 45 -50 bar, die bei Umgebungstemperaturen von ca. 5 -10°C auftreten, wird die Anlage im Übergangsbetrieb gefahren. Nach der Verdichtung durchströmt das Kältemittel CO<sub>2</sub> zuerst die Leitung 12 und den zusätzlichen flüssigkeitsgekühlten Wärmeübertrager 13.2 und gibt einen Teil der Verflüssigungswärme ab. Danach durchströmt das Kältemittel den Verflüssiger 4 des Wärmeübertragers 7. Über den Verflüssiger 4 wird die Wärme entweder an das Speichermedium im Wärmeübertrager 7 oder an den Verdampfer 11 des Zusatzkühlkreislaufes C übertragen. Erst wenn das Speichermedium keine Wärme mehr aufnehmen kann, muss der Zusatzkühlkreislauf C in Betrieb gehen.

**[0077]** Sollte bei niedrigen Umgebungstemperaturen Nutzwärmebedarf zur Brauchwassererwärmung vorhanden sein, geht der Zusatzkühlkreislauf C in Betrieb, obwohl aufgrund der Umgebungsbedingungen eigentlich nicht notwendig. Die Betriebsweise ist dann analog der im Winter- bzw. Übergangsbetrieb.

Bezugszeichenaufstellung

**[0078]**

|      |                                       |
|------|---------------------------------------|
| A    | Tiefkühlkreislauf                     |
| B    | Normalkühlkreislauf                   |
| C    | Zusatzkühlkreislauf                   |
| D    | Solekreislauf                         |
| E    | Flüssigkeitskreislauf                 |
| 1    | Verflüssiger                          |
| 2    | Wärmeübertrager                       |
| 3    | Verdichter                            |
| 4    | Verflüssiger                          |
| 5    | Expansionseinrichtung                 |
| 5.1  | Expansionseinrichtung                 |
| 6    | Verdampfer                            |
| 6.1  | Verdampfer                            |
| 7    | Wärmeübertrager                       |
| 8    | Verdichter                            |
| 9    | luftgekühlter Wärmeübertrager         |
| 10   | Expansionseinrichtung                 |
| 11   | Verdampfer                            |
| 12   | Leitung                               |
| 13.1 | luftgekühlter Wärmeübertrager         |
| 13.2 | flüssigkeitsgekühlter Wärmeübertrager |
| 14   | Leitung                               |
| 15.1 | luftgekühlter Wärmeübertrager         |
| 15.2 | flüssigkeitsgekühlter Wärmeübertrager |
| 16   | Gehäuse                               |

## Patentansprüche

### 1. Kälteanlage mit folgenden Merkmalen:

- mindestens zwei Kältekreisläufe, ein Normalkühlkreislauf (B) und ein Zusatzkühlkreislauf (C), bestehend aus jeweils mindestens einem Verdichter (3,8), mindestens einem Verflüssiger (4) im Normalkühlkreislauf und einem luftgekühlten Wärmeübertrager (9) im Zusatzkühlkreislauf(C), jeweils mindestens einer Expansionsrichtung (5,10) und jeweils mindestens einem Verdampfer (6,11), sind in Kaskadenschaltung mit einem Wärmeübertrager (7), der gleichzeitig Verflüssiger (4) des Normalkühlkreislaufes (B) und Verdampfer (11) des Zusatzkühlkreislaufes (C) ist, miteinander verbunden,

- mindestens im Normalkühlkreislauf (B) ist als Kältemittel CO<sub>2</sub> enthalten,

- zwischen dem Verdichter (3) und dem Verflüssiger(4) des Normalkühlkreislaufes (1) zweigt eine Leitung (12) ab, die über einen zusätzlichen Wärmeübertrager (13.1, 13.2) geführt wird, der geeignet ist, mindestens einen Teil der Wärme bei niedrigen Umgebungstemperaturen direkt an die Umgebung abzugeben, und vor und/oder nach dem Verflüssiger (4) des Normalkühlkreislaufes (B) wieder einmündet.

2. Kälteanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Wärmeübertrager ein luftgekühlter Wärmeübertrager (13.1) ist.

3. Kälteanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Wärmeübertrager ein flüssigkeitsgekühlter Wärmeübertrager (13.2) ist, der an einen Solekreislauf (D), der zu einer Wärmenutzungsstelle führt, angeschlossen ist.

4. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Verdichter (8) und dem luftgekühlten Wärmeübertrager (9) des Zusatzkühlkreislaufes (C) eine Leitung (14) abzweigt, die über einen zusätzlichen Wärmeübertrager (15.1, 15.2) geführt wird und vor und/oder nach dem luftgekühlten Wärmeübertrager (9) des Zusatzkühlkreislaufes (C) wieder einmündet.

5. Kälteanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche luftgekühlte Wärmeübertrager (13.1) des Normalkühlkreislaufes (B) sich im selben Gehäuse (16) wie der luftgekühlte Wärmeübertrager (15.1) des Zusatzkühlkreislaufes (C) befindet.

6. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeübertrager (7) zwischen dem Normalkühlkreislauf (B) und

dem Zusatzkühlkreislauf (C) als Wärmespeicher ausgeführt ist.

7. Verfahren zum Betrieb einer Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- im Sommerbetrieb die Wärme über den Verflüssiger (4) des Normalkühlkreislaufes (B) an den Verdampfer (11) des Zusatzkühlkreislaufes (C) übertragen wird und dann über den luftgekühlten Wärmeübertrager (9) des Zusatzkühlkreislaufes (C) an die Umgebung abgegeben wird, und

- im Winterbetrieb die Wärme über den zusätzlichen Wärmeübertrager (13.1 oder 13.2) ohne Nutzung des Zusatzkühlkreislaufes (C) an die Umgebung abgegeben wird.

- im Übergangsbetrieb die Wärme zu einem Teil über den zusätzlichen Wärmeübertrager (13.1 oder 13.2) an die Umgebung und zu einem Teil über den Verflüssiger (4) des Normalkühlkreislaufes (B) an den Verdampfer (11) des Zusatzkühlkreislaufes (C) übertragen wird und dann über den luftgekühlten Wärmeübertrager (9) des Zusatzkühlkreislaufes (C) an die Umgebung abgegeben wird.

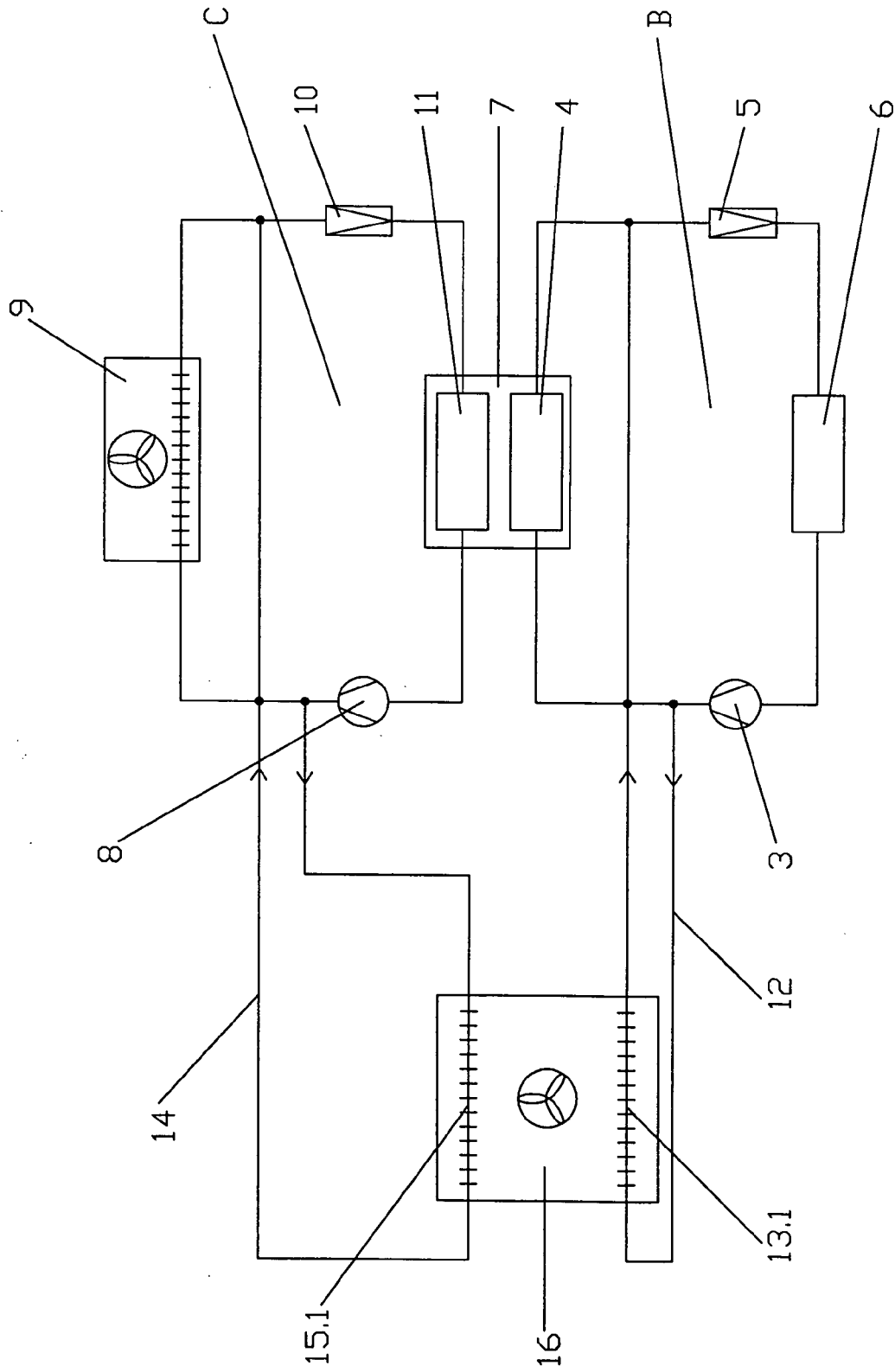


Fig. 1

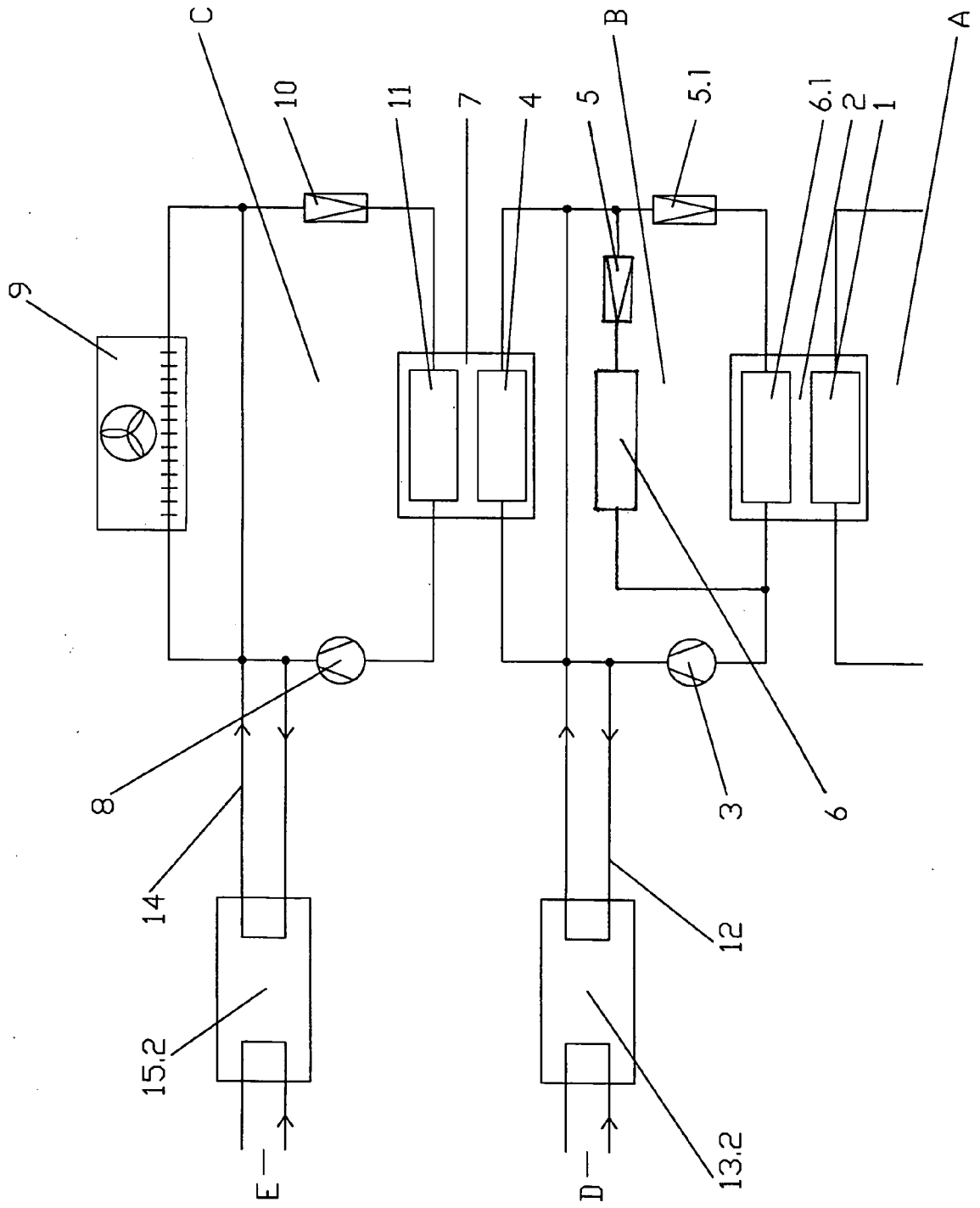


Fig. 2



| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                    |
| X   | CARETTA 0: "HIGH EFFICIENCY, LOW CARBON SUPERMARKET REFRIGERATION"<br>SCIENCE ET TECHNIQUE DU FROID - REFRIGERATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, PARIS, FR, 29. August 2004 (2004-08-29), Seite COMPLETE, XP000962588<br>ISSN: 0151-1637<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 *<br>* Seite 3 - Seite 4 *<br>----- | 1-7  | INV.<br>F25B6/00<br>F25B7/00<br>F25B9/00<br>F25B29/00 |
| X   | JP 09 138046 A (SANYO ELECTRIC CO)<br>27. Mai 1997 (1997-05-27)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 *<br>* Absätze [0019], [0024], [0025] *<br>-----  | 1-7  |   |
| A   | US 5 687 579 A (VAYNBERG MIKHAIL M [US])<br>18. November 1997 (1997-11-18)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 *<br>-----   | 1,7  |   |
| A   | WO 03/014637 A (LOWES ALBERT ROBERT [GB])<br>20. Februar 2003 (2003-02-20)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *<br>-----   | 1,7  |   |
|   |   |  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                       |
|   |   |  | F25B  |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |  |   |
| Recherchenort<br>Den Haag   |   | Abschlußdatum der Recherche<br>15. Juli 2008   | Prüfer<br>Yousufi, Stefanie                           |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |   |

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

EP 08 03 3514

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.

15-07-2008

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| JP 9138046   | A | 27-05-1997                    | KEINE                             |                               |
| US 5687579   | A | 18-11-1997                    | KEINE                             |                               |
| WO 03014637  | A | 20-02-2003                    | KEINE                             |                               |

EPC FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102004038640 A1 **[0004] [0011]**
- JP 2004271166 A **[0012]**
- DE 3111469 A1 **[0013]**