

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89100468.1

51 Int. Cl.4: **F25B 49/00**

22 Anmeldetag: 12.01.89

30 Priorität: 21.01.88 DE 3801711

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.07.89 Patentblatt 89/30

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE

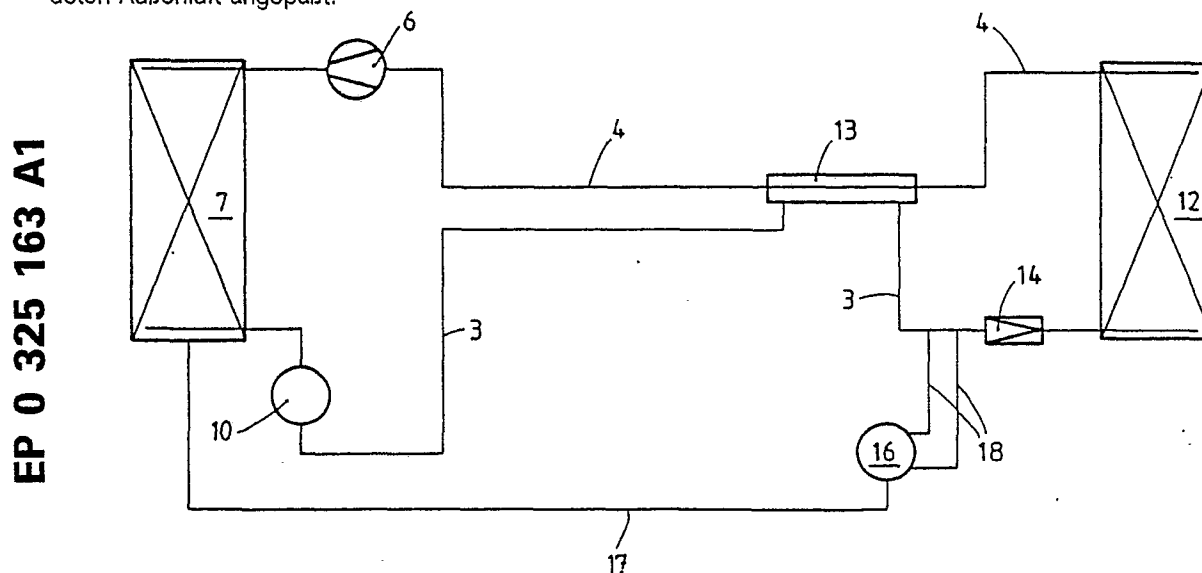
71 Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
Abraham-Lincoln-Strasse 21
D-6200 Wiesbaden(DE)

72 Erfinder: **Gruber, Franz**
Zur Gabjei 119
D-5040 Brühl(DE)

74 Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.**
Linde Aktiengesellschaft Zentrale
Patentabteilung
D-8023 Hölriegelskreuth(DE)

54 **Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage und Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens.**

57 Bei einer Kälteanlage werden vor der Entspannungseinrichtung (14) Druck und Temperatur des Kältemittels gemessen. Mit Hilfe dieser Meßwerte wird der Druck des Kältemittels vor dem Entspannen (14) durch Regelung der Leistung beim Verflüssigen (7) so eingestellt, daß das Kältemittel vor dem Entspannen (14) immer in flüssigem Zustand vorliegt. Dadurch kann die Temperatur beim Verflüssigen (7) in einem großen Bereich gleitend der Temperatur der zum Abführen der Verflüssigungswärme verwendeten Außenluft angepaßt.



EP 0 325 163 A1

Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage und Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage und eine Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens mit einem Kältemittelkreislauf, in dem ein Kältemittel verdichtet, verflüssigt, entspannt, verdampft und anschließend wieder der Verdichtung zugeführt wird.

Kälteanlagen werden dort eingesetzt, wo die Temperatur in einem Raum auf niedrigerem Niveau als in der Umgebung gehalten werden muß, z.B. für Kühlmöbel in Supermärkten oder für Kühlräume in Lagerhäusern.

In einer Kälteanlage mit Kältemittelkreislauf wird das gasförmige Kältemittel in einem Verdichter komprimiert und danach in einem Verflüssiger kondensiert. In der Regel wird Außenluft zum Abführen der Verflüssigungswärme verwendet. Der Druck im Verflüssiger wird so eingestellt, daß die entsprechende Verflüssigungstemperatur des Kältemittels höher als die Temperatur der zur Kühlung eingesetzten Luft ist. Damit ein störungsfreier Kältemittelkreislauf gewährleistet ist, muß das Kältemittel vor der Entspannung unterkühlt sein, d.h. in flüssigem Zustand vorliegen. Die Durchsatzleistung eines üblicherweise verwendeten Expansionsventils reicht nämlich nicht aus, um eine genügende Kühlleistung aufrecht zu erhalten, wenn ein Teil des Kältemittels vor der Entspannung dampfförmig vorliegt.

Um zu gewährleisten, daß sich das Kältemittel zwischen Verflüssigen und Entspannen immer in flüssigen Zustand befindet, wurden Kälteanlagen bisher bei relativ hohen Drücken betrieben, die beispielsweise Verflüssigungstemperaturen von 20 bis 27°C entsprechen (bei Verwendung von R12, R22 oder R502 als Kältemittel). In der Regel liegt dann die Verflüssigungstemperatur des Kältemittels höher als die Temperaturen der Räume, durch die die Kältemittelleitungen verlegt sind.

Die hohe Temperatur beim Verflüssigen bedingt eine hohe Druckdifferenz im Kältemittelkreislauf zwischen Verdampfen und Verflüssigen. Es muß also viel Verdichtungsarbeit geleistet werden. Daher weisen die bisher angewandeten Verfahren den Nachteil auf, daß ihre Wirtschaftlichkeit nicht zufriedenstellend ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage zu entwickeln, das wirtschaftlich arbeitet, insbesondere dadurch, daß Arbeit beim Verdichten eingespart wird.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß vor dem Entspannen Temperatur und Druck des Kältemittels gemessen werden und daß in Abhängigkeit von dieser Messung der Druck des Kältemittels vor dem Entspannen durch Regelung der Leistung

beim Verflüssigen so eingestellt wird, daß das Kältemittel vor dem Entspannen in flüssigem Zustand vorliegt.

Mit den gemessenen Werten von Druck und Temperatur kann zusammen mit der Dampfdruckkurve des Kältemittels festgestellt werden, ob der Druck des Kältemittels oberhalb des Dampfdrucks liegt und sich damit das Kältemittel im gewünschten flüssigen Zustand befindet. Sollte dies nicht der Fall sein, kann durch Drosselung der Leistung beim Verflüssigen der Druck in der Flüssigkeitsleitung zwischen Verflüssigungs- und Entspannungseinrichtung erhöht werden. Versuche haben ergeben, daß mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens der Verflüssigungsdruck bis zu überraschend niedrigen Werten abgesenkt werden kann, entsprechend einer Verflüssigungstemperatur von beispielsweise -10°C, ohne daß Störungen im Kältemittelumlauf entstehen. Damit braucht bei entsprechend niedrigen Außentemperaturen sehr wenig Energie zum Verdichten aufgewendet werden. Wird der Druck beim Verflüssigen gleitend an die Außentemperaturen angepaßt, arbeitet eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren betriebene Kälteanlage äußerst wirtschaftlich.

Darüberhinaus wird die Wirtschaftlichkeit einer Kälteanlage durch die Kälteleistungszahl e_k bestimmt. Die Kälteleistungszahl ist das Verhältnis der Kälteleistung Q_0 zur beim Verdichten zugeführten Antriebsleistung P . Je geringer der Unterschied zwischen den Temperaturen beim Verflüssigen und beim Verdampfen ist, umso besser wird die Kälteleistungszahl e_k . Durch die beim erfindungsgemäßen Verfahren mögliche gleitende Anpassung der Temperatur beim Verflüssigen an die Außenlufttemperatur wird also auch dadurch ein wirtschaftlicher Betrieb ermöglicht, daß mit sinkender Außenlufttemperatur die Kälteleistung Q_0 größer und gleichzeitig die zugeführte Antriebsleistung P kleiner wird und sich damit die Kälteleistungszahl e_k erhöht.

In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist das Kältemittel vor dem Entspannen eine Temperatur auf, die geringfügig unterhalb der Verflüssigungstemperatur liegt. Durch die leichte Unterkühlung wird sichergestellt, daß auch vor dem Entspannungsvorgang das Kältemittel mit Sicherheit flüssig bleibt und damit der Kältemittelumlauf nicht gestört wird.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Kälteanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die gekennzeichnet ist durch eine an der Rohrleitung vor der Entspannungseinrichtung angebrachte Meßeinrichtung für Druck und Temperatur des Kältemittels, eine daran angeschlossene Re-

geleinrichtung und eine Steuerleitung, die Regelungseinrichtung und Verflüssigungseinrichtung verbindet.

Das erfindungsgemäße Verfahren und weitere Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im folgenden anhand eines in der Figur skizzierten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die in der Figur dargestellte Kälteanlage enthält einen Kälteerzeuger, bestehend aus einem Verdichter 6, einem luftgekühlten Verflüssiger 7 und einem Kältemittelsammler 10, und eine Kühleinrichtung, bestehend aus einem Wärmetauscher 13, einem Expansionsventil 14 und einem Verdampfer 12. Der Kälteerzeuger ist im Freien aufgestellt, während sich die Kühleinrichtung in bzw. an dem gekühlten Raum, z.B. einem Kühlmöbel, befindet. Kälteerzeuger und Kühleinrichtung sind durch eine Flüssigkeitsleitung 3 und eine Saugleitung 4 verbunden, die im allgemeinen durch beheizte Räume führen. Die beiden Leitungen 3, 4 sind gegen Schwitzwasserbildung isoliert. Als Kältemittel wird vorzugsweise R22 oder R502 verwendet.

Bisher wurden solche Anlagen mit einem Druck im Verflüssiger 7, der einer Verflüssigungstemperatur von 20°C oder höher entspricht, betrieben, da man bei noch niedrigeren Drücken Störungen im Betriebsverhalten der Expansionsventile und damit Störungen des Kältemittelumlaufs erwartete. In Versuchen, die im Rahmen der Erfindung durchgeführt wurden, wurde jedoch ermittelt, daß der Verflüssigungsdruck je nach Temperatur der zur Kühlung eingesetzten Außenluft erheblich unter das bisher als Grenzwert betrachtete Niveau gleitend abgesenkt werden kann, ohne daß Störungen des Kältemittelkreislaufs auftreten. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Kälteanlage auf besonders wirtschaftliche Weise zu betreiben.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß Werte für den Verflüssigungsdruck erreicht werden können, die einer Verflüssigungstemperatur t_c von etwa 10°C bei Normalkühlanlagen (ca. -10°C im gekühlten Raum) bzw. einem t_c von etwa -10°C bei Tiefkühlanlagen (ca. -40°C im gekühlten Raum) entsprechen. Dabei muß allerdings sichergestellt werden, daß das Kältemittel vor dem Expansionsventil geringfügig unterkühlt und damit blasenfrei vorliegt. Diese Bedingung ist im normalen Dauerbetrieb im allgemeinen erfüllt, da die Kühlung des flüssigen Kältemittels 3 mittels Wärmetausch 13 mit verdampftem Kältemittel 4 aus dem Verdampfer 12 in der Regel die notwendige Unterkühlung vor dem Expansionsventil 14 gewährleistet. Des öfteren wird jedoch der Normalbetrieb einer Kälteanlage unterbrochen, etwa aufgrund von niedrigerem Kältebedarf während Zeiten, in denen z.B. der Warenraum des zu kühlenden Kühlmöbels abgedeckt ist, oder aufgrund eines Stillstands der Anla-

ge zum Abtauen. Bei solchen längeren Betriebsunterbrechungen können sich bei niedriger Verflüssigungstemperatur t_c Schwierigkeiten beim Wiederaufahren der Kälteanlage ergeben:

Da die Kältemittelleitungen 3,4 im allgemeinen durch warme Räume geführt werden, kann sich das Kältemittel in der Flüssigkeitsleitung 3 stark erwärmen. Bei Wiederinbetriebnahme der Kälteanlage besitzt auch das Kältemittel im Verdampfer 12 eine relativ hohe Temperatur. Deshalb reicht die Leistung des Wärmetauschers 13 nicht aus, um eine Unterkühlung des Kältemittels vor dem Expansionsventil 14 sicherzustellen. Das Kältemittel siedet also vor dem Expansionsventil 14.

Wenn z.B. die Außenlufttemperatur -5°C beträgt, kann der Druck im Verflüssiger auf eine Verflüssigungstemperatur t_c von etwa 2K eingestellt werden. Das kondensierte Kältemittel hat beispielsweise eine Temperatur von 0°C und ist damit um 2K unterkühlt. Im Dauerbetrieb reichen diese Unterkühlung und die Kühlung im Wärmetauscher 13 im allgemeinen aus, um die Flüssigkeit bis zum Expansionsventil 14 blasenfrei zu halten. Während einer Betriebsunterbrechung oder bei erstmaliger Inbetriebnahme kann sich jedoch das Kältemittel weit über die Verflüssigungstemperatur t_c erwärmen, im Extremfall bis auf Raumtemperatur.

Die Durchsatzleistung des Expansionsventils 14 ist dann jedoch viel zu klein, um bei größerem Dampfanteil dem Verdampfer genügend Kältemittel zu liefern. Als Folge fällt der Druck im Verdampfer ab und durch die übliche Saugdruckregelung (in der Figur nicht eingezeichnet) wird der Verdichter 6 abgeschaltet und dadurch die Kälteerzeugung unterbrochen.

Der Druck in der Flüssigkeitsleitung 4 sinkt weiter, damit auch die Verflüssigungstemperatur t_c . Der Verdichter 6 wird immer wieder an- und abgeschaltet, bis endlich nach längerer Zeit ein stationärer Zustand erreicht wird.

Um diese Störungen zu vermeiden, weist die in der Figur skizzierte Kälteanlage erfindungsgemäß Meßfühler 18 für Temperatur und Druck des Kältemittels vor dem Expansionsventil 14 und ein Regelgerät 16 auf, das über eine Steuerleitung 17 dem Verflüssiger 7 verbunden ist.

Durch diese Einrichtungen wird erfindungsgemäß die Unterkühlung des Kältemittels aufrechterhalten: Sobald die Temperatur des Kältemittels einen bestimmten Grenzwert t_1 unterhalb der Verflüssigungstemperatur t_c des Kältemittels beim gemessenen Druck überschreitet, drosselt das Regelgerät 16 die Leistung beim Verflüssigen 7. Dadurch erhöht sich der Druck in der Flüssigkeitsleitung 3. Sobald vor dem Expansionsventil 14 der Druck soweit gestiegen ist, daß die Verflüssigungstemperatur t_c des Kältemittels einen weiteren Grenzwert t_2 erreicht hat, wird die Leistung beim Verflüssigen

7 wieder erhöht. Die Werte für die beiden Grenztemperaturen t_1 und t_2 betragen vorzugsweise

$$t_1 = t_c - 3K$$

$$t_2 = t_c - 6K.$$

t_c hängt dabei über die Dampfdruckkurve vom Druck des Kältemittels ab, der zusammen mit der Temperatur des Kältemittels gemessen wird.

Auf diese Weise wird durch eine Regelung, die unabhängig von äußeren Einflüssen wie z.B. der Raumtemperatur arbeitet, einem Sieden des Kältemittels vor dem Expansionsventil 14 während des laufenden Betriebs wirksam vorgebeugt und eine sehr kurze Anlaufzeit nach längerem Stillstand der Kälteanlage erreicht.

5

10

15

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage mit einem Kältemittelkreislauf, in dem ein Kältemittel verdichtet, verflüssigt, entspannt, verdampft und anschließend wieder der Verdichtung zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Entspannen (14) Temperatur und Druck des Kältemittels gemessen werden und daß in Abhängigkeit von dieser Messung der Druck des Kältemittels vor dem Entspannen (14) durch Regelung der Leistung beim Verflüssigen (7) so eingestellt wird, daß das Kältemittel vor dem Entspannen (14) in flüssigem Zustand vorliegt.

20

25

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kältemittel vor dem Entspannen eine Temperatur aufweist, die geringfügig unterhalb der Verflüssigungstemperatur liegt.

3. Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine an der Rohrleitung (4) für flüssiges Kältemittel vor der Entspannungseinrichtung (14) angebrachte Meßeinrichtung (18) für Druck und Temperatur des Kältemittels, eine daran angeschlossene Regeleinrichtung (16) und eine Steuerung (17), die Regeleinrichtung (16) und Verflüssigungseinrichtung (7) verbindet.

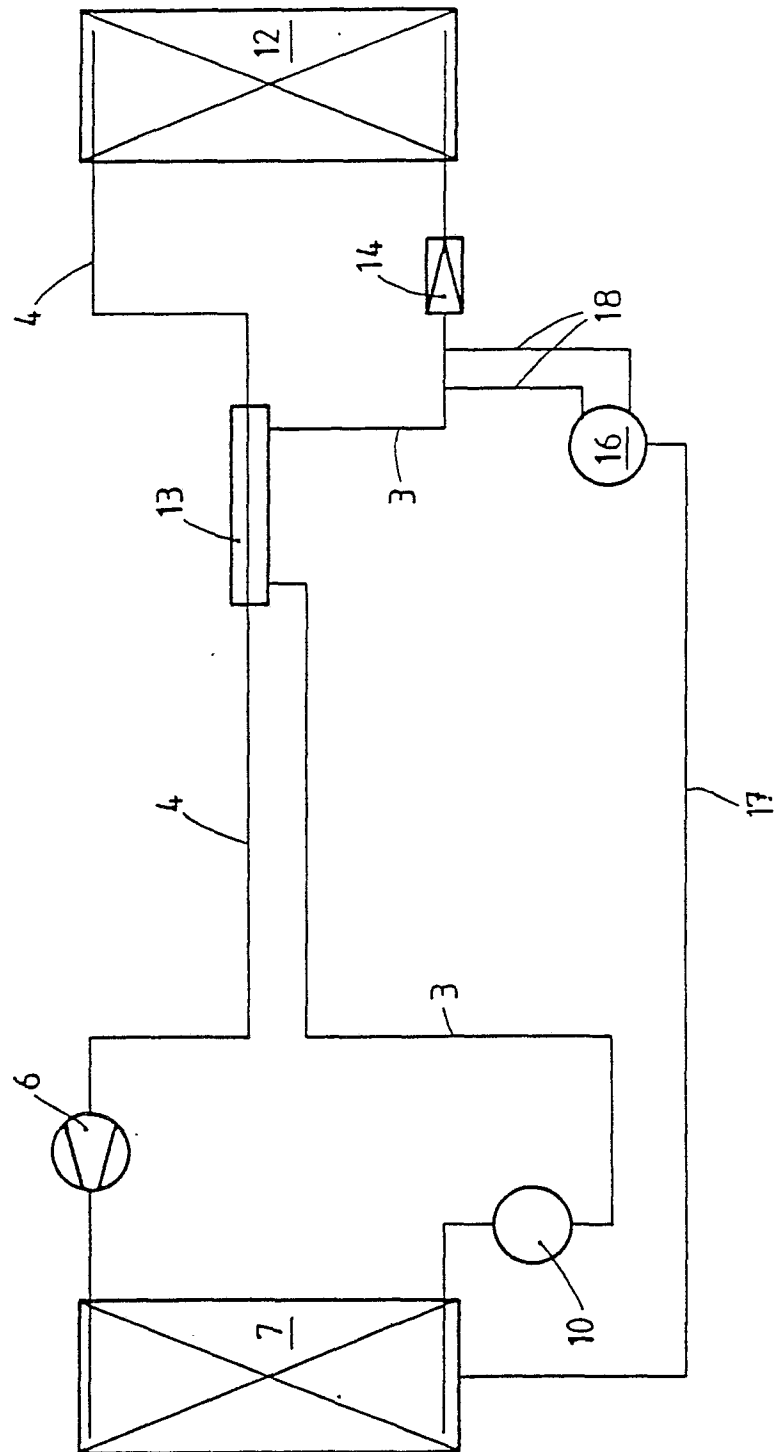
35

40

45

50

55





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	US-A-4 660 387 (USAMI) * Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 51; Figuren 1,2 *	1,3	F 25 B 49/00
Y	US-A-3 958 429 (KIRSCH) * Spalte 3, Zeile 3 - Spalte 5, Zeile 27; Figuren 1,2 *	1,3	
A	US-A-4 136 528 (VOGEL) * Spalte 4, Zeile 11 - Spalte 14, Zeile 26; Figuren 1-8 *	1,3	
A	DE-A-2 451 361 (JAKOB) * Seite 7, Absatz 4 - Seite 10, Absatz 2; Figur *	1,3	
A	US-A-4 193 781 (VOGEL) * Spalte 4, Zeile 51 - Spalte 7, Zeile 53; Spalte 21, Zeile 67 - Spalte 22, Zeile 35; Figuren 1-7 *	1,3	
A	DE-A-1 912 613 (SÜDDEUTSCHE KÜHLERFABRIK JULIUS FR. BEHR)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
A	US-A-4 434 625 (CREE)		F 25 B
A	US-A-3 293 876 (GEISLER)		
A	GB-A-2 150 273 (EMHART)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24-04-1989	Prüfer BOETS A.F.J.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	