

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87103273.6

51 Int. Cl. 4: **F25B 39/04**, **F25B 49/00**

22 Anmeldetag: 07.03.87

30 Priorität: 20.03.86 DE 3609313

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 07.10.87 Patentblatt 87/41

84 Benannte Vertragsstaaten:
 AT CH DE LI

71 Anmelder: **BROWN, BOVERI - YORK Kälte-
 und Klimatechnik**
Gottlieb-Daimler-Strasse 6 Postfach 5180
D-6800 Mannheim 1(DE)

72 Erfinder: **Kerschbaumer, Gerhard, Dr., Dr.
 techn.**
Seckacherstrasse 26
D-6800 Mannheim-Wallstadt(DE)

74 Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o BROWN, BOVERI & CIE AG Postfach 351
Zentralbereich Patente
D-6800 Mannheim 1(DE)

54 **Verfahren zur Rückgewinnung von Verflüssigungswärme einer Kälteanlage und Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens.**

57 Um bei einer Kälteanlage mit Rückgewinnung der Verflüssigungswärme einer Minderung der Kälteleistung beim Umschalten von reinem Kälteerzeugungsbetrieb auf gleichzeitigen Kälteerzeugungs- und Wärmerückgewinnungsbetrieb zu begegnen, wird das anfallende Kältemittelkondensat vor seiner Zufuhr zum Entspannungsorgan (18) unterkühlt. Hierzu wird ein zweiter Wärmetauscher (16) eingesetzt, der einem als Verflüssiger dienenden ersten Wärmetauscher (14) kältemittelseitig nachgeschaltet ist. Die wirksame Wärmetauscherfläche des zweiten Wärmetauschers (16) wird hierbei durch Anstau von Kältemittelkondensat in Abhängigkeit vom Temperaturniveau der rückgewonnenen Verflüssigungswärme an den jeweiligen Betriebszustand angepaßt, wodurch gleichzeitig eine einfache Regelung dieses Temperaturniveaus erreicht wird.

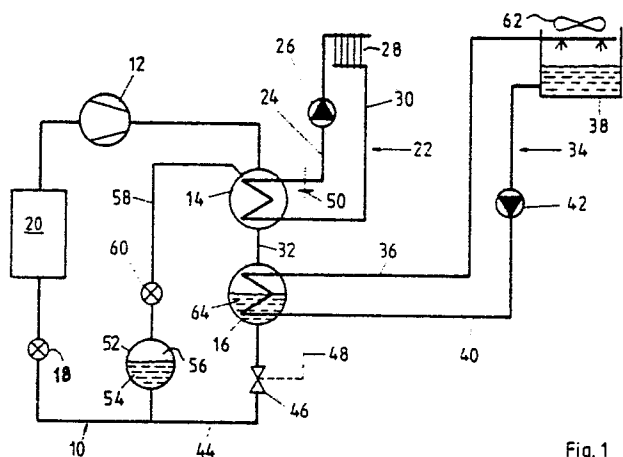


Fig. 1

Verfahren zur Rückgewinnung von Verflüssigungswärme einer Kälteanlage und Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Verflüssigungswärme einer Kälteanlage, wobei ein Wärmeträger insbesondere eines Heizsystems in einem ersten Wärmetauscher (Heizverflüssiger) unter entsprechender Verflüssigung des verdichteten, gasförmigen Kältemittels Wärme aufnimmt, und ein dem ersten Wärmetauscher kältemittelseitig nachgeschalteter zweiter Wärmetauscher (Zusatzverflüssiger) von einem Kühlmittel beaufschlagt werden kann, das im zweiten Wärmetauscher einen Wärmetausch bei niedrigerer Temperatur als im ersten Wärmetauscher bewirkt. Außerdem betrifft die Erfindung eine Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens.

Bei aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannten Verfahren dieser Art wird zur Wärmerückgewinnung die Verflüssigungswärme des Kältemittelkreislaufes im ersten Wärmetauscher an einen flüssigen Wärmeträger abgegeben, der in einem Heizkreislauf zirkuliert. Zur Einhaltung einer gleichbleibend hohen Wärmeträgervorlauftemperatur wird der Wärmeträgerstrom durch Regelorgane eingeregelt. Besteht kein Bedarf an Heizwärme bei gleichzeitigem Bedarf an Nutzkälte, so wird der zweite Wärmetauscher selbsttätig durch ein Kühlmittel, z.B. Luft, beaufschlagt und die Verflüssigungswärme an die Umgebung abgegeben. Dieser Betriebszustand dauert solange, bis die Wärmeabfuhr durch den ersten Wärmetauscher wieder in Gang kommt.

Da die maximale Temperatur des Kühlmittels in der Regel z.B. um mindestens 3 bis 10 K -im Winter noch viel mehrtiefer ist als die geforderte und eingeregelte Temperatur des Wärmeträgers, wird das Kältemittel im Falle des reinen Kälteerzeugungsbetriebs bei niedrigeren Temperaturen verflüssigt als beim Betrieb mit Rückgewinnung der Verflüssigungswärme. Dies hat zur Folge, daß mit dem Umschalten vom reinen Kälteerzeugungsbetrieb auf Betrieb mit Wärmerückgewinnung die Kälteleistung der Kälteanlage geringer wird, und zwar um so mehr, je größer die Differenz zwischen Wärmeträgertemperatur und Kühlmitteltemperatur ist. Dies ist für Kälteanlagen, die ja in erster Linie zur Erzeugung von Nutzkälte dienen, ungünstig und bekannterweise nur durch eine kostenaufwendige Überdimensionierung des Verdichters zu beheben.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß beim Betrieb mit Rückgewinnung der Verflüssigungswärme keine

Minderung der Kälteleistung gegenüber dem Betrieb ohne oder mit nur verminderter Rückgewinnung stattfindet. Gleichzeitig soll hiermit eine einfache Regelung der Wärmeträgertemperatur verbunden sein. Schließlich soll eine Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens geschaffen werden, die kostengünstigen Aufbau mit sicherer Betriebsweise verbindet.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht beim eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß darin, daß die wirksame Wärmetauschofläche des zweiten Wärmetauschers durch Einstellen des Kältemittelflüssigkeitsstandes in Abhängigkeit von der Temperatur des Wärmeträgers derart verändert wird, daß bei steigender Wärmeträgertemperatur Wärmetauschofläche für den Wärmetausch durch Verflüssigung freigegeben, im Falle sinkender Wärmeträgertemperatur dagegen abgedeckt wird, wobei der zweite Wärmetauscher zumindest während der Laufzeit des Verdichters durch das Kühlmittel beaufschlagt wird.

Es wird also die zur Verflüssigung dienende Wärmetauschofläche des zweiten Wärmetauschers durch eine Kältemittelniveauregelung verändert, so daß der erste Wärmetauscher (Heizverflüssiger) dementsprechend mehr oder weniger die Verflüssigung des Kältemittels übernehmen muß. Dies bedeutet eine Regelung der im ersten Wärmetauscher rückgewonnenen und durch den Wärmeträger abgeführten Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Wärmeträgertemperatur. Da gleichzeitig der zweite Wärmetauscher während der Laufzeit des Verdichters dauernd oder doch zumindest fast dauernd vom Kühlmittel beaufschlagt wird, ergibt sich folgender wesentlicher Vorteil. Das Kältemittel steht vor seinem Fluß zum Entspannungsorgan immer im Wärmetausch mit dem Kühlmittel, wodurch in einem Grenzfalle (keine Wärmerückgewinnung) der erste Wärmetauscher funktionslos ist, und die Verflüssigung im zweiten Wärmetauscher bei einer Temperatur erfolgt, die durch die Kühlmitteltemperatur bestimmt ist und die tiefer liegt als die Verflüssigungstemperatur bei Wärmerückgewinnung. Im anderen Grenzfalle (Wärmerückgewinnung) wird eine Unterkühlung des im ersten Wärmetauscher bei erhöhter Temperatur verflüssigten Kältemittels auf eine Unterkühlungstemperatur erreicht, die ebenfalls durch die Kühlmitteltemperatur bestimmt ist und die deutlich unter der Verflüssigungstemperatur des ersten Wärmetauschers liegt. Bei teilweiser Wärmerückgewinnung treten die beiden genannten

Betriebsweisen gemischt auf. Das dem Entspannungsorgan zuströmende Kältemittel hat somit in allen Betriebsweisen der Kälteanlage weitgehend gleichen vom Kühlmittel aufgeprägten Zustand (Enthalpie), so daß die Kälteleistung der Anlage von einem Wechsel der Betriebsweisen weitgehend unberührt bleibt.

Als Kühlmittel kommt Wasser in Frage, das in einem über einen Kühlturm geführten Kreislauf zirkuliert oder das einem Wasserversorgungsnetz, einem Brunnen oder einem Gewässer entnommen wird und nach Wärmeaufnahme an die Umgebung abgeführt wird. Ebenso vorteilhaft ist es, Außenluft als Kühlmittel zu verwenden.

Insgesamt gesehen wird durch das erfindungsgemäße Verfahren sowohl dem Wärmerückgewinnungsbetrieb als auch dem Kältebetrieb voll Rechnung getragen, in dem eine einfache Regelung der Leistung bzw. Temperatur der rückgewonnenen Wärme mit der Ausschaltung von Einflüssen der verschiedenen Betriebsweisen auf die Kälteleistung vereint wurde.

Um eine ausreichende Unterkühlung bzw. Verflüssigung des Kältemittels sicherzustellen, empfiehlt es sich, den zweiten Wärmetauscher in einem für die Abfuhr der gesamten Verflüssigungswärme geeignetem, gleichbleibendem Maße durch das Kühlmittel zu beaufschlagen. Auch ist es empfehlenswert, die Kühlmittelbeaufschlagung bei intermittierendem Betrieb des Verdichters über die Laufzeit des Verdichters hinaus auszudehnen, vorteilhaft um 1-3 Minuten.

Gemäß einer empfehlenswerten Weiterbildung der Erfindung kann der Kältemittelflüssigkeitsstand anstelle der Abhängigkeit von der Wärmeträgertemperatur in Abhängigkeit vom Kältemitteldruck im ersten Wärmetauscher verändert werden.

Eine bevorzugte Kälteanlage zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens mit jeweils mindestens einem in Kältemittelkreislauf hintereinander angeordnetem ersten und zweiten Wärmetauscher, von denen auf der wärmeabgebenden Seite der erste Wärmetauscher von dem Wärmeträger, der zweite Wärmetauscher von dem Kühlmedium beaufschlagbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß der erste Wärmetauscher höher als der zweite Wärmetauscher angeordnet ist und kältemittelseitig eine mit Gefälle verlaufende Verbindung zum zweiten Wärmetauscher aufweist, daß im Kältemittelkreislauf stromab des zweiten Wärmetauschers ein Durchflußregelorgan angeordnet ist, das mit einem die Temperatur des erhitzten Wärmeträgers erfassenden Temperaturfühler oder einem den Kältemittel druck im ersten Wärmetauscher erfassenden Fühler derart in Wirkverbindung steht, daß beim Ansteigen der Temperatur bzw. des Druckes das Durchflußregelorgan in öffnendem

Sinne, im Falle sinkender Temperatur bzw. Druckes im schließenden Sinne beeinflußt wird, und daß der zweite Wärmetauscher durch Außenluft beaufschlagbar ist oder unter Zwischenschaltung eines Kühlmittelzwischenkreislaufs an einen Außenluftwärmetauscher angeschlossen ist oder mit einer Lieferstelle für Kühlwasser verbunden ist.

Durch das Durchflußregelorgan wird die Beeinflussung des Kältemittelstandes im zweiten Wärmetauscher und somit eine einfache Ausschaltung bzw. Freigabe von Wärmetauschfläche durch mehr oder minder starkes Drosseln des Kältemittelabflusses auf sehr kostengünstige Weise erreicht, während die angegebenen Möglichkeiten zur Kühlmittelbeaufschlagung des zweiten Wärmetauschers eine leichte Anpassung an vorgegebene Betriebsmöglichkeiten gestatten. Hierbei ist es besonders günstig, daß mit einer Verringerung der für Verflüssigung vorgesehenen Wärmetauschfläche des zweiten Wärmetauschers zwangsläufig eine Vergrößerung der für die Kältemittelunterkühlung einsetzbaren Heizfläche des zweiten Wärmetauschers erfolgt.

Um eine möglichst schnelle Ausschaltung von Wärmetauschfläche des zweiten Wärmetauschers zu erreichen und den Betrieb zu stabilisieren, empfiehlt es sich, daß der Kältemittelkreislauf stromab des Durchflußregelorgans mit einem Kältemittelsammler versehen ist, dessen freier Raum unter Zwischenschaltung eines Differenzdruckventils mit dem Dampfraum des ersten Wärmetauschers verbunden ist.

Das Durchflußregelorgan ist vorteilhaft als Durchflußregelventil ausgebildet. Solche Ventile, deren Durchflußquerschnitt durch einen auf Druck oder Temperatur ansprechenden Fühler veränderbar ist, sind in der Technik bekannt und üblich und daher kostengünstig in der Anschaffung.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den schematischen Zeichnungen hervor.

Hierbei zeigt:

Fig. 1 das Schaltbild einer Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist und

Fig. 2 eine Ausführungsvariante des Gegenstands der Fig. 1.

In den einzelnen Figuren wiederkehrende gleiche Einzelteile sind nur insoweit mit Bezugszeichen versehen, als dies für das Verständnis erforderlich ist.

Die Kälteanlage gemäß Fig. 1 weist einen Kältemittelkreislauf 10 auf, der, in Strömungsrichtung des Kältemittels gesehen, folgende Bauteile enthält: einen Verdichter 12, den ersten Wärmetauscher 14, der als Heizverflüssiger dient, den zweiten Wärmetauscher 16, der als Zu-

satzverflüssiger und/oder Unterkühler eingesetzt ist, ein Entspannungsorgan 18, z.B. in Form ein Expansionsventils, sowie einen Verdampfer 20, der die Nutzkälte z.B. an einen Kühlraum abgibt. An die wärme abgebende Seite des ersten Wärmetauschers 14, der vorzugsweise aus einem Röhrenkesselverflüssiger besteht, ist ein Heizkreislauf 22 angeschlossen, in dem ein flüssiger Wärmeträger, vorzugsweise Wasser, zirkuliert. Der Heizkreislauf enthält eine Wärmeträgervorlaufleitung 24 mit eingefügter Umwälzpumpe 26, die zu einem oder mehreren Wärmeverbrauchern 28 führt. Eine Wärmeträgerrücklaufleitung 30 führt vom Wärmeverbraucher 28 zum ersten Wärmetauscher 14 zurück, so daß der Heizkreislauf geschlossen ist. Die Wärmeverbraucher können Bestandteil z.B. einer Heizungsanlage und/oder Brauchwasserbereitungsanlage sein.

Der zweite Wärmetauscher 16, der vorzugsweise als Röhrenkesselverflüssiger ausgebildet ist, liegt tiefer als der erste Wärmetauscher 14, so daß die kältemittelseitige Verbindung 32, z.B. in Form einer Rohrleitung, mit Gefälle vom unteren Ausgang des ersten Wärmetauschers 14 zum oberen Eingang des zweiten Wärmetauschers 16, verläuft. Die wärmeabgebende Seite des zweiten Wärmetauschers 16 ist Bestandteil eines Kühlmittelzwischenkreislaufs 34, der eine Vorlaufleitung 36 aufweist, die zu einem Außenluftwärmetauscher 38 führt. Dieser ist vorzugsweise als Kühlturm ausgebildet, wobei die Vorlaufleitung 36 zu den Sprühdüsen des Kühlturmes führt. Für die Rückführung des abgekühlten Kühlmittels dient die Rücklaufleitung 40 mit eingefügter Zirkulationspumpe 42. Das im Kühlmittelkreislauf 34 enthaltene Kühlmittel ist flüssig, es besteht vorzugsweise aus Wasser.

In der Rohrleitung 44, die kältemittelseitig den unteren Bereich (Ausgang) des zweiten Wärmetauschers 16 mit dem Entspannungsorgan 18 verbindet, ist in der Nähe des zweiten Wärmetauschers 16 das Durchflußregelorgan 46 eingefügt, das als thermostatisches Regelventil ausgebildet ist. Das Durchflußregelorgan 46 ist durch eine gestrichelt angedeutete Wirkleitung 48 mit dem Temperaturfühler 50 verbunden, der in der Nähe des ersten Wärmetauschers 14 in der Wärmeträgervorlaufleitung 24 angeordnet ist. Der Temperaturfühler 50 wirkt derart auf das Durchflußregelorgan 46 ein, daß bei ansteigender Temperatur des Wärmeträgers der Durchflußquerschnitt des Durchflußregelorgans größer, bei fallender Temperatur dagegen kleiner und gegebenenfalls ganz abgesperrt wird.

Stromabwärts des Durchflußregelorgans 46 ist die Rohrleitung 44 an den unteren, flüssiges Kältemittel führenden Bereich des Kältemittelsammlers 52 angeschlossen, der aus einem liegenden, zylindrischen Behälter besteht. Der oberhalb des flüssigen Kältemittels 54 sich befindende freie Raum 56 ist oben durch eine Druckdiktierleitung 58 mit eingefügtem Differenzdruckventil 60 mit dem gasförmiges Kältemittel führenden Innenraum, (also mit dem oberen Endbereich des Innenraums), des ersten Wärmetauschers 14 verbunden. Das Differenzdruckventil 60 bewirkt, daß im freien Raum 56 ein niedrigerer Druck als im Innenraum des ersten Wärmetauschers 14 herrscht. Hierzu läßt das Differenzdruckventil gasförmiges Kältemittel nur in Richtung zum freien Raum 56 durchtreten, wobei das Differenzdruckventil durch selbsttätiges Verändern seines Durchflußquerschnitts im freien Raum 56 einen gegenüber dem Wärmetauscher 14 um vorzugsweise 1 bis 2 bar geringeren Druck aufrechterhält.

Während des Betriebs der Anlage ist der Verdichter 12, der vorzugsweise als Verdichtungsverdichter ausgebildet ist, die Umwälzpumpe 26, die Zirkulationspumpe 42 sowie erforderlichenfalls der Lüfter 62 des Außenluftwärmetauschers 38 in Funktion, wobei in vorliegender Erfindung in jedem Fall davon ausgegangen wird, daß die gewünschte Wärmeträgertemperatur höher ist als die Kühlmitteltemperatur, die im vorliegenden Beispiel vom Zustand der Außenluft (Temperatur, Feuchte) abhängt. Weiter wird angenommen, daß die Wärmeträgertemperatur beispielsweise 60° Celsius betragen soll, während die Wärmeträgerrücklaufumtemperatur üblicherweise um 3 bis 10K niedriger liegt. Der im Heizkreislauf 22 zirkulierende Wärmeträgerstrom ist wie üblich weitgehend konstant. Der im Kühlmittelzwischenkreislauf 34 umlaufende Wasserstrom ist ebenfalls weitgehend konstant, er führt die im zweiten Wärmetauscher 16 aufgenommene Wärme über den als Außenluftwärmetauscher 38 dienenden Kühlturm in bekannter Weise ab. Die in der Kälteanlage in bekannter Weise erzeugte Nutzkälte wird vom Verdampfer, die Verflüssigungswärme von den Wärmetauschern abgegeben.

Besteht jetzt am Wärmeverbraucher 28 kein oder nur geringer Wärmebedarf, weil z.B. ein als Wärmeverbraucher dienender Warmwasserspeicher aufgeladen ist, so macht sich dies durch einen Anstieg der Wärmeträgervorlaufumtemperatur bemerkbar. Dieser Temperaturanstieg wird vom Temperaturfühler 50 erfaßt, der das Durchflußregelorgan 46 über die Wirkleitung 48 weiter oder ganz öffnet, so daß eventuell im zweiten Wärmetauscher 16 vorhandenes Kältemittelkondensat rasch zum

Kältemittelsammler 52 abfließen kann, und daher die Wärmetauschfläche des zweiten Wärmetauschers 16 weitgehend freigegeben ist. Da wegen der fehlenden Wärmeabnahme des Wärmeverbrauchers 28 im ersten Wärmetauscher 14 keine oder nur geringe Verflüssigung des vom Verdichter 12 zugeführten Kältemitteldampfes erfolgen kann, wird der erste Wärmetauscher 14 vom dampfförmigen Kältemittel durchströmt, und es übernimmt jetzt der zweite Wärmetauscher 16 die Verflüssigung des gesamten zugeführten Kältemitteldampfes unter Abfuhr der Verflüssigungswärme über den Wärmeträgerzwischenkreislauf 34 und den Außenluftwärmetauscher 38 an die Umgebungsluft, die im vorliegenden Beispiel eine Temperatur von 10° Celsius aufweisen soll. In dieser Betriebsweise bestimmt der Zustand der Umgebungsluft den Verflüssigungsdruck. Hierbei ist zu bemerken, daß der zweite Wärmetauscher 16 ebenso wie der erste Wärmetauscher 14 für die Abfuhr der gesamten Verflüssigungswärme der Kälteanlage dimensioniert sein muß.

Steigt jetzt der Wärmebedarf der Wärmeverbraucher 28 auf ein Maximum an, so macht sich dies durch einen Abfall der Wärmeträgervorlauftemperatur bemerkbar, mit der Folge, daß der Temperaturfühler 50 über die Wirkleitung 48 eine Drosselung des Durchflußquerschnittes des Durchflußregelorgans 46 veranlaßt. Hierdurch wird der Abfluß des verflüssigten Kältemittels aus dem zweiten Wärmetauscher 16 eingeschränkt oder gegebenenfalls zeitweise völlig unterbunden, das Niveau des Kältemittelkondensats 64 steigt infolge des aus dem ersten Wärmetauscher zufließenden Kältemittelkondensats rasch an und verdeckt die für die Verflüssigung des Kältemitteldampfes vorgesehene Wärmetauschfläche, gegebenenfalls auf ein Minimum, so daß vom zweiten Wärmetauscher 16 keine oder höchstens geringe Verflüssigungswärme über den Wärmeträgerzwischenkreislauf 34 an die Umgebungsluft abgegeben wird. Während dieser Betriebsperiode strömt flüssiges Kältemittel unter dem Druck des freien Raumes 56 aus dem Kältemittelsammler 52 zum Entspannungsorgan 18, so daß ein einwandfreier Betrieb sichergestellt ist. Da die Verflüssigungswärmetauschfläche des zweiten Wärmetauschers 16 in der vorliegenden Betriebsweise ausgeschaltet ist, wird jetzt die gesamte Verflüssigungswärme der Kälteanlage im ersten Wärmetauscher 14 an den Heizkreislauf 22 abgegeben und im Wärmeverbraucher 28 nutzbar gemacht. Der Verflüssigungsdruck im ersten Wärmetauscher 14 wird von der Vorlauftemperatur des Wärmeträgerkreislaufes 24, die im vorliegenden Beispiel 60° Celsius beträgt, bestimmt.

Da die Wärmeträgervorlauftemperatur mit 60° Celsius und somit die Verflüssigungstemperatur bzw. der Verflüssigungsdruck jetzt wesentlich höher ist als der Verflüssigungsdruck bzw. die Verflüssigungstemperatur bei der erstbeschriebenen Betriebsweise der Anlage, bei der die Verflüssigung im zweiten Wärmetauscher 16 unter dem Einfluß der Umgebungslufttemperatur von 10° Celsius erfolgte, wäre mit dem Übergang von der erstbeschriebenen auf die zweitbeschriebene Betriebsweise der Kälteanlage eine wesentliche Verminderung der vom Verdampfer 20 abgegebenen Kälteleistung verbunden, wenn nicht folgende Maßnahme vorgesehen wäre. Es bleibt nämlich jetzt der Kühlmittelzwischenkreislauf 34 und der Außenluftwärmetauscher 38 voll oder zumindest der Leistung der Kälteanlage entsprechend in Betrieb, so daß das unten aus dem ersten Wärmetauscher 14 durch die Verbindung 32 in den zweiten Wärmetauscher 16 oben einfließende Kältemittelkondensat zusammen mit dem dort angestauten Kältemittelkondensat 64 im zweiten Wärmetauscher 16 auf eine durch die Umgebungsluft bestimmte Temperatur unterkühlt wird, wobei die gesamte Wärmetauschfläche des zweiten Wärmetauschers 16 zur Unterkühlung eingesetzt ist. In diesem unterkühlten Zustand strömt dann das flüssige Kältemittel in entsprechendem Maße durch das Durchflußregelorgan 46 dem Kältemittelsammler 52, dem Drosselorgan 18 und dem daran angeschlossenen Verdampfer 20 zu. Durch die Unterkühlung des Kältemittels ist die Kälteleistung des Verdampfers 20 gegenüber dem erstbeschriebenen Betrieb nicht oder kaum vermindert, so daß die Kälteanlage beim Wechsel der vorbeschriebenen Betriebsweisen kaum Einbuße an Kälteleistung erfährt. Es ist daher auch keine Überdimensionierung der Kältemittelanlage erforderlich, wie sie bei herkömmlichen Anlagen zum Ausgleich der Kälteminderleistung beim Wechsel der Betriebsarten erforderlich ist. Selbstverständlich muß dafür Sorge getragen werden, daß kein kondensiertes Kältemittel durch die Druckdiktierleitung 58 vom ersten Wärmetauscher 14 zum Kältemittelsammelbehälter 52 fließen kann. Auch ist zu beachten, daß zur Vermeidung von Betriebsstörungen gegebenenfalls ein gewisser, wenn auch geringer Durchfluß durch das Durchflußregelorgan gewährleistet sein sollte.

Durch die Niveauregelung des Kältemittelkondensats im zweiten Wärmetauscher 16 wird nicht nur eine Minderung der Kälteleistung bei Betriebsartwechsel der Anlage vermieden, sondern auch auf einfache Weise eine Wärmeträgervorlauftemperaturregelung des Heizkreislaufes 22 erzielt. Denn je nachdem wie viel Wärmetauschfläche des zweiten Wärmetauschers 16 durch das Kältemittelkondensat 64 abgedeckt

ist, wird die Verflüssigung des Kältemittels mehr oder weniger in den ersten Wärmetauscher zur Aufrechterhaltung der Nutzwärmeleistung bzw. der eingestellten Wärmeträgervorlauftemperatur verlegt. Dies bedeutet, daß jedem Grad des Wärmebedarfs des Wärmeverbrauchers 28 ein bestimmtes Niveau des Kältemittelkondensates im zweiten Wärmetauscher 16 zugeordnet ist. So ist zur Aufrechterhaltung der eingestellten Wärmeträgervorlauftemperatur bei fehlender Wärmeabnahme des Wärmeverbrauchers 28 das Niveau des Kältemittelkondensats im zweiten Wärmetauscher 16 derart eingeregelt, daß seine gesamte Wärmetauscherfläche zur Verflüssigung des Kältemitteldampfes freigegeben ist und keine Unterkühlungsheizfläche vorhanden ist, wogegen bei voller Wärmeabnahme des Wärmeverbrauchers 28 das Niveau des Kältemittelkondensats 64 so hoch ist, daß die gesamte Wärmetauscherfläche des zweiten Wärmetauschers 16 für eine Verflüssigung des Kältemitteldampfes nicht mehr zur Verfügung steht, sondern nur zur Unterkühlung des Kältemittelkondensats eingesetzt ist. Bei mittlerem Wärmebedarf des Kältemittelverbrauchers 28 wird sich ein mittleres Niveau des Kältemittelkondensats einstellen, das zwischen den beiden vorgenannten Extremwerten liegt. Bei vorstehenden Ausführungen ist unterstellt, daß die Arbeitskennlinie des Durchflußregelorgans 46 zur Einstellung der gewünschten Wärmeträgervorlauftemperatur während des Betriebs verändert werden kann.

Soll gemäß einer Ausführungsvariante als Kühlmittel Kühlwasser eingesetzt werden, so wird anstelle der Rücklaufleitung 40 eine Kühlwasserzuflußleitung und anstelle der Vorlaufleitung 36 eine Kühlwasserabflußleitung an den zweiten Wärmetauscher 16 angeschlossen. Durch die Kühlwasserzuflußleitung wird Kühlwasser, das einem Versorgungsnetz, einem Brunnen oder einem Gewässer entnommen wurde, dem zweiten Wärmetauscher 16 zugeführt. Das erwärmte Kühlwasser fließt durch die Kühlwasserabflußleitung ab und wird z.B. in die Kanalisation oder ein Gewässer geleitet. Der Betrieb der Anlage läuft wie weiter oben beschrieben ab. Da Kühlwasser der vorgenannten Art in der Regel wesentlich kälter ist, als der im Heizkreislauf zirkulierende Wärmeträger, treten die weiter oben genannten Vorteile auch bei vorliegender Ausführungsvariante auf, die wegen ihrer Einfachheit in den Zeichnungen nicht dargestellt ist.

Fig. 2 zeigt die vorbeschriebene Kälteanlage in einer weiteren Ausführungsvariante. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß der zweite Wärmetauscher 116 unmittelbar luftgekühlt ist und der Druck des Kältemittels im ersten Wärmetauscher 114 als Regelgröße erfaßt wird. Wie weiter aus Fig. 2 ersichtlich, ist der zweite Wärmetau-

scher 116 durch einen Ventilator 68 mit Außenluft als Kühlmittel beaufschlagt. Zur Verbesserung der Wärmeübertragung ist der zweite Wärmetauscher 116 kühlmittelseitig mit Rippen 66 versehen. Nach der Wärmeaufnahme strömt das Kühlmittel ins Freie ab.

Das Durchflußregelorgan 146 ist durch die Wirkleitung 148 mit dem Druckfühler 150 verbunden, der den entsprechenden Zustand des gasförmigen Kältemittels im ersten Wärmetauscher 114 erfaßt. Dieser Zustand ist abhängig von der Temperatur des im Heizkreislauf 22 zirkulierenden den Wärmeträgers, er ist somit ein Abbild dieser Temperaturen. Der Fachmann erkennt leicht, daß die Kälteanlage gemäß Fig. 2 entsprechend jener gemäß Fig. 1 arbeitet, so daß sich weitere Ausführungen hierüber erübrigen.

Aus der vorangegangenen Beschreibung der Ausführungsbeispiele erkennt man leicht, daß durch die Niveauregelung des Kältemittelkondensats eine Temperaturregelung des Wärmeträgers erzielt und gleichzeitig eine Verminderung der Kälteleistung beim Wechsel der Betriebsarten vermieden wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Um bei einer Kälteanlage mit Rückgewinnung der Verflüssigungswärme einer Minderung der Kälteleistung beim Umschalten von reinem Kälteerzeugungsbetrieb auf gleichzeitigen Kälteerzeugungs- und Wärmerückgewinnungsbetrieb zu begegnen, wird das anfallende Kältemittelkondensat vor seiner Zufuhr zum Entspannungsorgan 18 unterkühlt. Hierzu wird ein zweiter Wärmetauscher 16 eingesetzt, der einem als Verflüssiger dienenden ersten Wärmetauscher 14 kältemittelseitig nachgeschaltet ist und der von einem Kühlmittel beaufschlagt wird, dessen Temperatur wesentlich niedriger ist als die Verflüssigungstemperatur im ersten Wärmetauscher 14;114. Die wirksame Wärmetauscherfläche des zweiten Wärmetauschers 16 wird hierbei durch Anstau von Kältemittelkondensat in Abhängigkeit vom Temperaturniveau der rückgewonnenen Verflüssigungswärme an den jeweiligen Betriebszustand angepaßt, wodurch gleichzeitig eine einfache Regelung dieses Temperaturniveaus erreicht wird.

Ansprüche

1. Verfahren zur Rückgewinnung von Verflüssigungswärme einer Kälteanlage, wobei ein Wärmeträger insbesondere eines Heizsystems (22) in einem ersten Wärmetauscher (14;114) (Heizverflüssiger) unter entsprechender Verflüssigung des verdichteten, gasförmigen Kältemittels Wärme aufnimmt, und ein dem ersten Wärmetauscher (14;114) kältemittelseitig nachge-

schalteter zweiter Wärmetauscher (16;116) (Zusatzverflüssiger) von einem Kühlmittel beaufschlagt werden kann, das im zweiten Wärmetauscher (16;116) einen Wärmetausch bei niedrigerer Temperatur als im ersten Wärmetauscher (14;114) bewirkt, dadurch gekennzeichnet, daß die wirksame Verflüssigungswärmetausfläche des zweiten Wärmetauschers (16;116) durch Einstellen des Kältemittelflüssigkeitsstandes in Abhängigkeit von der Temperatur des Wärmeträgers derart verändert wird, daß bei steigender Wärmeträgertemperatur Wärmetausfläche für den Wärmetausch durch Verflüssigung freigegeben, im Falle sinkender Wärmeträgertemperatur dagegen abgedeckt wird, wobei der zweite Wärmetauscher (16;116) zumindest während der Laufzeit des Verdichters durch das Kühlmittel beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Wärmetauscher (16;116) in einem für die Abfuhr der gesamten Verflüssigungswärme geeignetem Maße durch das Kühlmittel beaufschlagt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kältemittelflüssigkeitsstand an Stelle der Abhängigkeit von der Wärmeträgertemperatur in Abhängigkeit vom Kältemitteldruck im ersten Wärmetauscher (14;114) verändert wird.

4. Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit jeweils mindestens einem im Kältemittelkreislauf (10) hintereinander angeordnetem ersten (14;114) und zweiten Wärmetauscher (16;116), von denen auf der wärmeabgebenden Seite der erste Wärmetauscher (14;114) von dem Wärmeträger, der zweite Wärmetauscher (16;116) von dem Kühlmedium beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Wärmetauscher (14;114) höher als der zweite Wärmetauscher (16;116) angeordnet ist und kältemittelseitig eine mit Gefälle verlaufende Verbindung (32) zum zweiten Wärmetauscher (16;116) aufweist, daß im Kältemittelkreislauf (10) stromab des zweiten Wärmetauschers (16;116) ein Durchflußregelorgan (46;146) angeordnet ist, das mit einem die Temperatur des erhitzten Wärmeträgers erfassenden Temperaturfühler (50) oder einem den Kältemitteldruck im ersten Wärmetauscher (114) erfassenden Fühler (150) derart in Wirkverbindung steht, daß beim Ansteigen der Temperatur bzw. des Druckes das Durchflußregelorgan (46;146) in öffnendem Sinne, im Falle sinkender Temperatur bzw. Druckes in schließendem Sinne beeinflusst wird, und daß der zweite Wärmetauscher (16;116) kühlmittelseitig durch Außenluft beaufschlagbar ist oder unter Einschaltung eines Kühlmittelzwischenkreislaufs (34)

an einen Außenluftwärmetauscher (38) angeschlossen, oder mit einer Leiferstelle für Kühlwasser verbunden ist.

5. Kälteanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß stromab des Durchflußregelorgans (46;146) der Kältemittelkreislauf (10) mit einem Kältemittelsammier (52) versehen ist, dessen freier Raum (56) unter Zwischenschaltung eines Differenzdruckventils (60) mit dem Innenraum des ersten Wärmetauschers (14;114) verbunden ist.

6. Kälteanlage nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Durchflußregelorgan (46;146) als Durchflußregelventil ausgebildet ist.

7. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenluftwärmetauscher (38) ein Kühlturm ist.

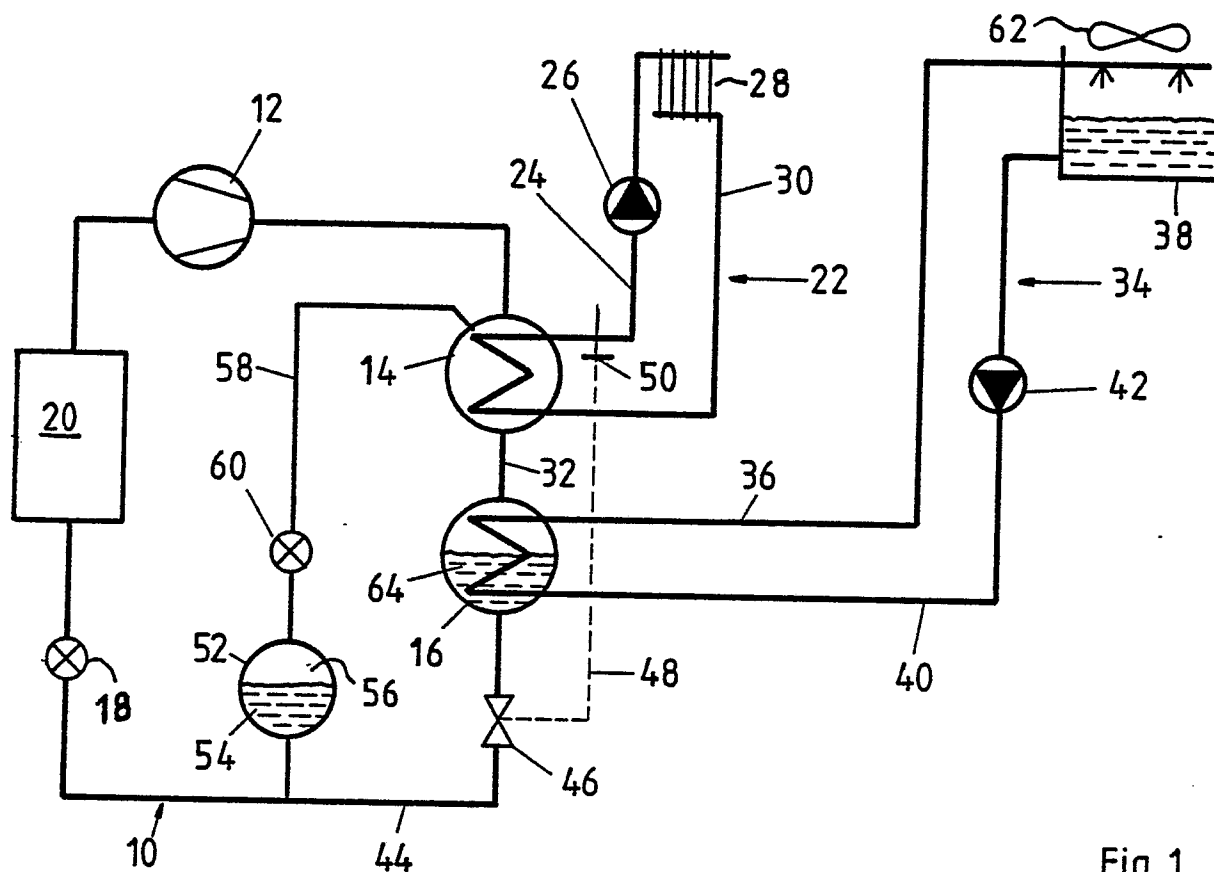


Fig. 1

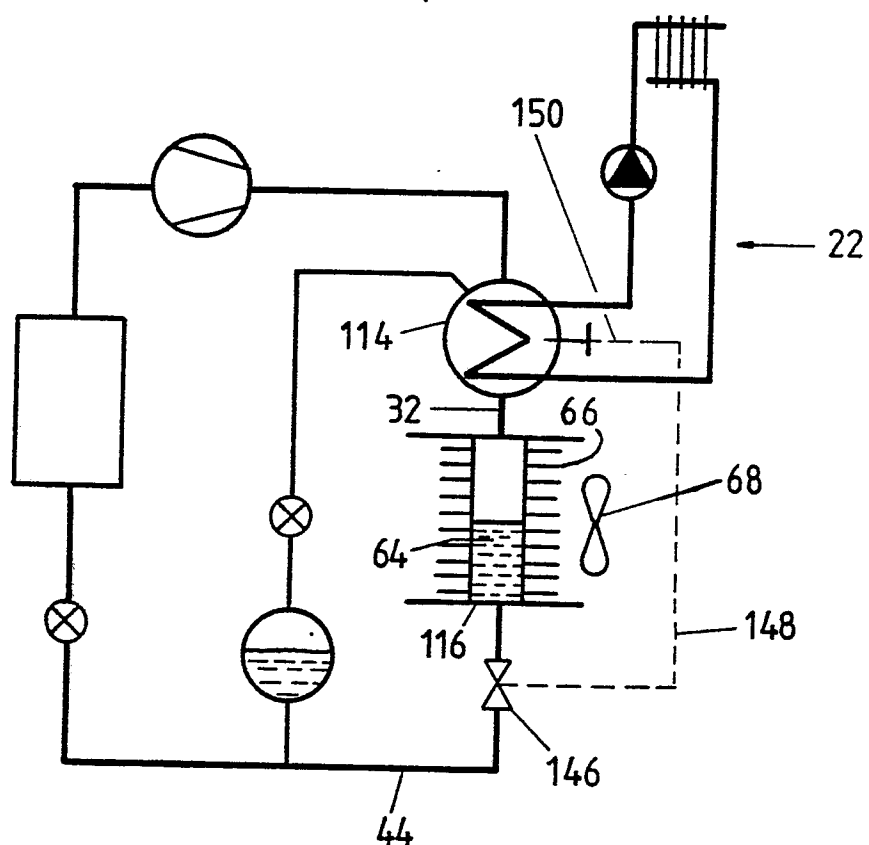


Fig. 2