

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 410 330 A2**

12

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90113997.2

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F25B 49/02**, G05D 23/19

22 Anmeldetag: 21.07.90

30 Priorität: 28.07.89 DE 3925090

D-6800 Mannheim 1(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
30.01.91 Patentblatt 91/05

72 Erfinder: **Höner, Wolfgang**  
Kastanienstrasse 13  
D-6945 Hirschberg(DE)

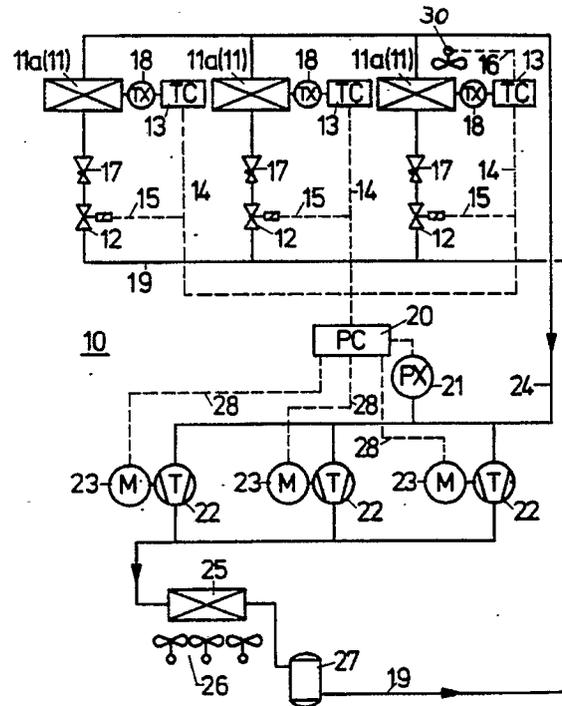
84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE LI**

71 Anmelder: **BROWN BOVERI-YORK Kälte- und  
Klimatechnik GmbH**  
Gottlieb-Daimler-Strasse 6

74 Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**  
c/o Asea Brown Boveri Aktiengesellschaft  
Zentralbereich Patente Postfach 100351  
D-6800 Mannheim 1(DE)

54 Verfahren zum Betrieb einer Kälteanlage.

57 Verfahren zum Betrieb einer Kälteanlage, insbesondere einer Verbund-Kälteanlage mit wenigstens zwei parallel geschalteten Verdichtern, die zur Deckung des jeweiligen Kältebedarfs von wenigstens einer mit Sensoren versehenen Kühlstelle gleichzeitig gemeinsam oder abwechselnd nacheinander einzeln betrieben werden, wobei von jeder Kühlstelle (11) ein Referenzsignal für die aktuellen Kühlbedingungen an der Kühlstelle (11) an eine Zentraleinheit (20) übermittelt wird, und hieraus der jeweilige Kältebedarf ermittelt wird und daß dementsprechend die angeschlossenen Verdichter (22) von der Zentraleinheit (20) ein- bzw. abgeschaltet werden.



EP 0 410 330 A2

## VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER KÄLTEANLAGE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Kälteanlage, insbesondere einer Verbund-Kälteanlage, mit wenigstens zwei parallel geschalteten Verdichtern, die zur Deckung des jeweiligen Kältebedarfs wenigstens einer Kühlstelle gleichzeitig gemeinsam oder abwechselnd einzeln betrieben werden.

Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Diese Vorrichtung ist insbesondere eine Verbund-Kälteanlage mit wenigstens einer mit Sensoren versehenen Kühlstelle, mit wenigstens zwei parallel geschalteten Verdichtern, die in zyklisch abwechselndem oder gemeinsamem Betrieb die zur Deckung des Kältebedarfs erforderliche Kälteleistung aufbringen.

Die Kühlleistung einer Kälteanlage wird bestimmt durch den Kältebedarf der angeschlossenen Kühlstellen, der im wesentlichen durch die Umgebungstemperatur und die Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft am Ort der Kühlstellen beeinflusst wird. Hierdurch bedingt sind starke Schwankungen des Kältebedarfs im jahreszeitlichen Wechsel möglich.

Unabhängig von solchen Schwankungen muß eine Kälteanlage stets auf den maximalen Kältebedarf, d. h. bei hoher Umgebungstemperatur und hoher Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft am Aufstellungsort der Kühlstellen auf maximale Kühlgutbeschickung und Kühlguttemperatur sowie auf das Kühlvolumen der Kühlstellen ausgelegt sein. Dabei haben die zuvor erwähnten Schwankungen des Kältebedarfs zur Folge, daß die zur Kälteversorgung vorgesehenen Verdichter mit unterschiedlicher Einschaltdauer betrieben werden, wobei bekannterweise sich eine hohe Einschalthäufigkeit nachteilig auf deren Lebensdauer auswirkt. Um diesem Problem abzuwehren, ist aus der DE-PS 27 58 153 bekannt, mehrere Verdichter zur Kälteversorgung einer Kälteanlage zusammenzuschalten und bedarfsweise deren Betrieb so vorzusehen, daß ihre Einschaltung abhängig vom aktuellen Kältebedarf erfolgt. Dabei ist insbesondere vorgesehen, daß die Einschaltung der Verdichter, sofern kein gemeinsamer Betrieb aufgrund hohen Kältebedarfs erfolgt, die einzelnen Verdichter nach einem vorgegebenen Zyklus eingeschaltet werden, so daß die Einschalthäufigkeit für alle Verdichter möglichst gleich ist.

Die Ermittlung des Kältebedarfs und der hiervon abhängige Betrieb der Verdichter der Kälteanlage erfolgt üblicherweise durch Auswertung des Saugdrucks im Kühlmittelkreislauf. Hierzu wird in einem Regelkreis der aktuelle Druck in der Saugleitung mit einem durch Berechnung ermittelten niedrigsten Wert verglichen, so daß bei maximalem Kühlbedarf die erforderliche größte Kälteleistung

zur Versorgung der Kühlstellen bereitgestellt wird.

Die Kühlstellen werden hiervon unabhängig in einem eigenen Regelkreis, der den Zulauf an Kältemittel kontrolliert, auf die vorgegebenen Temperaturwerte geregelt.

Dies hat zur Folge, daß die Kälteübertragung an den Kühlstellen mit der größtmöglichen Temperaturdifferenz erfolgt, obwohl im Teillastbereich eine entsprechend kleinere Temperaturdifferenz ausreichend wäre. Eine solche Betriebsweise aber ist unwirtschaftlich und führt zu einer hohen Einschalthäufigkeit. Die hierdurch bedingten kurzen Betriebszeiten können zu Störungen beim Betrieb der Drosselventile, z. B. thermostatische Expansionsventile, an den Verdampfern führen, da infolge unvollständiger Kältemittelbeaufschlagung der Verdampfer und Übertragung von flüssigen Kühlmittel in die Saugleitung und damit in den Verdichter in stetem Wechsel möglich sind.

Ausgehend vom vorstehend genannten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer Kälteanlage der eingangs genannten Art anzugeben, nach welchem ein möglichst gleichförmiger Betrieb der Kälteanlage möglich ist und im Hinblick auf den jeweiligen Kältebedarf eine möglichst gleichmäßige Auslastung der angeschlossenen Verdichter erfolgt. Außerdem soll eine nach dem Verfahren arbeitende Kälteanlage konzipiert werden.

Die Lösung der Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß von jeder Kühlstelle ein Referenzsignal für die jeweiligen Kühlbedingungen an der Kühlstelle an eine Zentraleinheit übermittelt wird, daß hieraus der jeweilige Kältebedarf ermittelt wird und daß dementsprechend die angeschlossenen Verdichter ein- bzw. abgeschaltet werden.

Gemäß der Erfindung ist danach vorgesehen, daß die ursprünglich zur örtlichen Temperaturregelung der Kühlstellen vorgesehenen Einrichtungen mit der Leistungsregelung des Verdichter-Verbundes verknüpft werden, dabei wird das Referenzsignal der Kühlstelle unter Zugrundelegung einer Sollvorgabe, die sowohl das maximale Kühlvolumen sowie den hieraus resultierenden maximalen Kältebedarf als auch den Aufstellungsort der Kühlstelle mit den vorherrschenden Umgebungsbedingungen berücksichtigt, in der Zentraleinheit ausgewertet, um so ein Maß für den tatsächlichen Kältebedarf zu erhalten und demgemäß einen oder mehrere Verdichter in Betrieb zu nehmen.

Zweckmäßigerweise wird als zusätzliche Referenzgröße der Kältemittelsaugdruck ebenfalls in der Zentraleinheit ausgewertet und dem jeweiligen Schaltbefehl an die Verdichter zugrundegelegt.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, daß der Zulauf an Kältemittel zu den angeschlossenen Kühlstellen von der Zentraleinheit geöffnet oder geschlossen wird.

Während also bei herkömmlichen Kälteanlagen die Betriebsweise der Verdichter zur Deckung des aktuellen Kältebedarfs üblicherweise mit festem Kältemittelsaugdruck-Sollwert erfolgt, und lediglich bei z. B. Supermärkten, in denen Verbund-Kälteanlagen ebenfalls zum Einsatz kommen, eine verbesserte Ausführung mit gleitendem Saugdruck-Sollwert Verwendung findet, bei der als Führungsgröße für die Sollwertanpassung die separate Temperatur und/oder relative Luftfeuchte des Verkaufsraumes gewählt wird, ist gemäß der Erfindung vorgesehen, auf derartigen apparativen Aufwand zu verzichten, indem die ebenfalls vorgesehene Sollwertverschiebung der Saugdruck-Regelung mittels der in der Zentraleinheit ausgewerteten Kühlstellentemperaturen erfolgt.

Auf diese Weise werden nicht nur die Temperatur und die relative Feuchte der Umgebungsluft sondern alle den Kältebedarf beeinflussenden Faktoren berücksichtigt. Hierdurch ist erstmals auch für Kühlräume die Möglichkeit der energetisch vorteilhaften Kühlung mit gleitendem Saugdruck-Sollwert geschaffen.

Gemäß einer hierzu äquivalenten Variante zur Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe kann ferner vorgesehen sein, daß die zyklische Umschaltung bzw. Stufenschaltung der Verdichter von einem in der Zentraleinheit angeordneten Stufenschalter unmittelbar vorgenommen wird. Gemäß der Erfindung ist also die Abweichung der Kühlstellentemperatur von ihrem vorgegebenen Sollwert in Verbindung mit einem gespeicherten Zeitfaktor ein Maß für den vorhandenen Kältebedarf, d. h. ein Maß für die Erhöhung oder die Absenkung des jeweiligen Verdampfungsdruckes des Kältemittels, wobei alle kältebedarfsbestimmenden Faktoren Berücksichtigung finden.

Mit Hilfe dieser erfindungsgemäßen Verfahrensweise wird erreicht, daß die Verdichter stets mit der höchstmöglichen und damit wirtschaftlichsten Verdampfungstemperatur betrieben werden können und gleichzeitig die vorgeschriebenen Kühlstellentemperaturen mit Sicherheit eingehalten werden. Hierdurch ist einerseits eine hohe Lebensdauer der Verdichter gewährleistet und damit andererseits ein hohes Maß an Verfügbarkeit, um die vorgeschriebenen Kühlstellen-Temperaturen einzuhalten.

Eine Verbundkälteanlage der eingangs genannten Art zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß eine Zentraleinheit vorgesehen ist, die sowohl mit den Sensoren jeder Kühlstelle

als auch mit den angeschlossenen Verdichtern der Kälteanlage verbunden ist, daß jeder Sensor ein Referenzsignal an die Zentraleinheit gibt, welches diese zur Ermittlung des Kältebedarfs auswertet und daß die Zentraleinheit entsprechend dem ermittelten Kältebedarf den Betrieb der Verdichter steuert.

Dabei wird definitionsgemäß hier und im weiteren unter Sensor eine Temperatur-Regeleinheit verstanden, die einen oder mehrere an der Kühlstelle platzierte Temperaturfühler und einen mit diesen in Wirkverbindung stehenden Thermostaten umfaßt. Vorzugsweise ist der Thermostat als elektronischer Temperaturregler ausgebildet, um eine möglichst präzise Temperaturerfassung mit genügend kleinen Toleranzen zu gewährleisten.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Lösung kann vorgesehen sein, daß die Sensoren jeder Kühlstelle mit einem zur Steuerung der Verdichter vorgesehenen Stufenschalter verbunden sind und diesen mit einem Referenzsignal beaufschlagen, und daß der Stufenschalter entsprechend den erhaltenen Referenzsignalen den Betrieb der angeschlossenen Verdichter steuert.

Die Temperaturabweichung der Kühlstellen gibt direkt einen Zuschalt- oder Rücklaufbefehl auf den Stufenschalter der Verdichtersteuerung. Bei einer Temperaturabweichung von z. B. 1 bis 2 K befindet sich das Signal in der neutralen Zonde, d. h. es erfolgt weder ein Zu- noch ein Abschalten der Verdichter. Bei einer Abweichung 1K erhält der Stufenschalter ein Rücklaufsignal und bei Abweichung 2K einen Impuls für Vorlauf. Für Vorlauf und Rücklauf sind einstellbare Zeitglieder vorgesehen. Mit Hilfe der Saugdruckmessung können Minimum- und Maximumwerte des Saugdruckes begrenzt werden.

Diese und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sollen die Erfindung, vorteilhafte Ausgestaltungen sowie Vorteile der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Die einzige Figur zeigt ein Schaltschema einer Verbund-Kälteanlage, welche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet.

Die einzige Figur zeigt eine Verbund-Kälteanlage 10, mit insgesamt drei Kühlstellen 11, die parallel geschaltet sind und die durch Verdampfer 11a schematisch dargestellt sind.

Einer jeden Kühlstelle ist ein als Temperatur-Regelung ausgebildeter Sensor zugeordnet, der aus einem Thermostat 13 und wenigstens einem Temperaturfühler 18 gebildet ist. Jeder einer Kühlstelle 11 zugeordnete Thermostat 13 arbeitet mit dem wenigstens einen Temperaturfühler 18 zusammen und ist über eine Signalleitung 14 mit einer

Zentraleinheit 20 verbunden. Über diese Signalleitung 14 wird die Zentraleinheit 20 von jedem der den zur Kälteanlage gehörenden Kühlstellen 11 zugeordneten Thermostaten 13 ein Referenzsignal übermittelt, welches Aufschluß über den momentanen Kältebedarf der Kühlstelle 11 und damit indirekt sowohl über die Temperatur der Kühlstelle 11 als auch über die Umgebungsbedingungen am Aufstellungsort der Kühlstelle 11 gibt.

Vorzugsweise ist die Signalleitung 14 als Datenbusleitung ausgebildet, so daß Signale unterschiedlicher Art übertragen werden können. Außerdem ist auch die Übertragung von Steuerbefehlen mit der Signalleitung 14 möglich.

Jede Kühlstelle 11 wird über eine Zulaufleitung 19 mit der von einem aus Verdichtern 22 gebildeten Kälteaggregat mit der zur Deckung des jeweiligen Kältebedarfs erforderlichen Kältemittelmenge versorgt.

In der Kältemittelleitung 19 ist vor jedem Verdampfer 11a jeweils ein fernbetätigbares Absperrventil 12 angeordnet, welches die Zufuhr an Kältemittel entsprechend dem Referenzsignal des dieser Kühlstelle 11 zugeordneten Thermostaten 13 unterbricht oder freigibt. Vorzugsweise sind die Absperrventile so ausgebildet, daß sie zwei Endstellungen, nämlich "offen" und "geschlossen", ohne Zwischenstellung einnehmen.

In Durchflußrichtung hinter dem Absperrventil 12 befindet sich in der Zulaufleitung 19 eine Drosselstelle 17, die vorzugsweise als thermostatisches Expansionsventil ausgebildet ist, um die völlige Verdampfung des Kältemittels in dem der Kühlstelle 11 zugeordneten, hier nicht näher gezeigten Verdampfer zu gewährleisten.

Ergänzend kann jeder Kühlstelle zusätzlich ein Gebläse 14 zugeordnet sein, welches dazu dient, die an der Kühlstelle 11 im Verdampfer 11a freigesetzte Kälteleistung gleichmäßig zu verteilen.

Das bereits erwähnte Kälteaggregat ist aus drei parallel geschalteten jeweils von einem Elektromotor 23 angetriebenen Verdichtern 22 gebildet, welche über einen Kondensator 25, in welchem das hochverdichtete Kältemittel verflüssigt wird unter Abgabe von Wärme, und einen nachgeschalteten Sammler 27, von welchem die Zulaufleitung 19 abgeht, mit den Verdampfern 11a verbunden ist.

Der Rücklauf des Kältemittels zum Kälteaggregat erfolgt über eine Saugleitung 24, welche als Sammelleitung für die von den einzelnen Kühlstellen kommenden Einzelleitungen ausgebildet ist und bei Erreichen des Kälteaggregats wiederum in Einzelleitungen zu den einzelnen Verdichtern 22 geführt ist.

Zur Erhöhung des Wirkungsgrades bei der Verflüssigung des Kältemittels im Kondensator 25 kann dieser, wie im Beispiel gezeigt, als luftgekühlter Kondensator ausgebildet sein, wobei mittels ei-

nes ein- oder mehrstufigen Gebläses die Wärmeabfuhr erhöht werden kann. Selbstverständlich kann statt dessen auch eine Wasserkühlung vorgesehen sein, die als regenerative Wärmequelle dient.

Die Zentraleinheit 20 ist wie bereits erwähnt über Signalleitungen 14 mit jedem Thermostaten 13 verbunden und erhält so die aktuellen Referenzwerte von den angeschlossenen Kühlstellen 11. Wie ebenfalls erwähnt, kann über diese Signalleitung 14 auch die Übertragung von Steuerbefehlen erfolgen, was für die Fernbetätigung der fernbetätigbaren Absperrventile 12 genutzt wird. Hierzu ist abgehend von der Signalleitung 14 jeweils eine Steuerleitung 15 vorgesehen, die die Verbindung zwischen der Zentraleinheit 20 und dem jeweiligen Antriebsmodul des zugeordneten Absperrventils 12 herstellt. In gleicher Weise ist auch das zusätzliche Gebläse 14, das zur gleichmäßigen Kälteverteilung an der Kühlstelle 11 dient, über eine Steuerleitung 16 mit dem zugeordneten Thermostat 13 verbunden, wobei die Steuerleitung 16 durchgeschaltet sein kann, so daß das Gebläse 14 direkt von der Zentraleinheit 20 angesteuert wird.

Andererseits besteht auch die Möglichkeit, daß der zugeordnete Thermostat 13 die Ansteuerung des zugeordneten Gebläses 14 sowie des Absperrventils 12 übernimmt.

Ferner ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß jeder Antriebsmotor 23 für die Verdichter 22 jeweils über eine separate Leitung 28 mit der Zentraleinheit 20 verbunden ist.

Außerdem ist ein Drucksensor 21 vorgesehen, der zur Erfassung des Saugdruckes des Kältemittels in der Rücklaufleitung 24 dient und als Meßwandler ausgebildet ebenfalls mit der Zentraleinheit 20 verbunden ist. Anhand des von dem Drucksensor 21 übermittelten Referenzwertes für den aktuellen Saugdruck erhält die Zentraleinheit die zusätzliche Information über die jeweilige Kältemitteltemperatur woraus sich im Vergleich mit der jeweiligen Kühlstellentemperatur die erforderliche Kühlleistung, d. h. der Kältebedarf, bestimmen läßt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der Funktion der vorstehend beschriebenen Schaltungsanordnung wird folgendes ausgeführt. Unter Zugrundelegung des im Beispiel dargestellten Schaltungsschema werden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die Sollwertabweichungen der Kühlstellensensoren 13 an die Zentraleinheit 20 weitergemeldet und dort zusammen mit dem Signal der Saugdrucküberwachung 21 zu einem Eingangssignal für den in der Zentraleinheit 20 integrierten, hier nicht näher gezeigten, Stufenschalter der Verdichtersteuerung verarbeitet.

Gemäß der Erfindung sind die nachfolgend beschriebenen Möglichkeiten vorgesehen.

Der Saugdruck wird als Sollwert-Minimum für

die maximale Kälteleistung eingegeben. Die Saugdruck-Sollwerterhöhung über die Thermostaten 13 kann in einem vorgewählten Bereich, beispielsweise 0 - 10 K, erfolgen. Die Abweichung vom Temperatursollwert der Kühlstelle kann dabei zwischen 0 und 2 K betragen.

Eine Sollwertverschiebung für den Saugdruck beträgt bei der maximalen Abweichung der Kühlstellentemperatur 0 K. Je weiter sich die Kühlstellentemperatur ihrem Sollwert nähert, desto größer kann die Saugdruck-Sollwerterhöhung sein. Bei 0 K Abweichung vom Kühlstellentemperatursollwert kommt die größte Sollwertanhebung für den Saugdruck von beispielsweise 10 K zum Tragen. Dabei ist vorgesehen, daß die Sollwertverschiebung für den Saugdruck schrittweise unter Einbeziehung eines hier nicht näher beschriebenen Zeitgliedes erfolgt.

Durch diese erfindungsgemäße Erhöhung des Saugdruck-Sollwertes wird die Betriebszeit der Kühlstellen 11 erhöht, was sich vorteilhaft auf die Arbeitsweise der Drosselventile 17 auswirkt. Kurze Betriebszeiten, die zu einem unwirtschaftlichen Betrieb der Kälteanlage 10 infolge ungenügender Kältemittelfüllung der Verdampfer 11a der Kühlstellen 11 führen und die sich infolge ungenügender Sauggasüberhitzung leistungsmindernd auf die Verdichter 22 und nachteilig auf deren Lebensdauer auswirken, werden so verhindert.

Gleichzeitig wird hiermit eine höhere Verdampfungstemperatur erreicht, bei der der Verdichter mit größerer Leistungszahl arbeitet, was gleichbedeutend ist, mit einer Erhöhung seiner Kälteleistung und einer Reduzierung seiner Leistungsaufnahme.

Bestimmend für die Sollwertverschiebung des Saugdruckes des Kältemittels ist jeweils das Referenzsignal der Kühlstelle 11, die die größte Sollwertabweichung der Kühlstellentemperatur aufweist, da der Einhaltung des Kühlstellen-Sollwertes stets Vorrang einzuräumen ist.

Kühlstellen 11 mit geringerer Sollwertabweichung werden in diesem Fall aufgrund des höheren Kälteangebotes gegenüber dem augenblicklichen Bedarf schneller an den Temperatursollwert herangeführt.

Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren so beschaffen, daß bei Unterschreiten des Temperatursollwertes an der Kühlstelle der Zulauf an Kältemittel zu dieser Kühlstelle 11 durch Betätigen des fernbetätigbaren Absperrventils 12 unterbrochen wird.

Die in der Zulaufleitung 19 installierten Absperrventile 12 besitzen zwei Endstellungen für "offen" und "geschlossen", d. h. ohne Zwischenstellung.

Wird der nach oben verschobene Saugdruck-Sollwert unterschritten, so erfolgt zeitverzögert die Abschaltung eines Verdichters, hingegen bei Über-

schreitung des Saugdruck-Sollwertes das Zuschalten eines Verdichters 22. Bei entsprechend hohem Kältebedarf kann auch das gesamte Kälteaggregat, d. h. sämtliche parallel geschalteten Verdichter 22, eingeschaltet sein.

Wie bereits erwähnt, kann der Betrieb der beispielhaft gezeigten Kälteanlage 10 auch nach einem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren erfolgen, wobei die Temperaturabweichung an den Kühlstellen 11 unmittelbar zur Ansteuerung des Stufenschalters der Verdichtersteuerung 20 dient.

Hierbei ist vorgesehen, daß die Anpassung der Kälteleistung der Kälteanlage 10 an den Kältebedarf der Kühlstellen 11 nicht über eine Verschiebung des Saugdruck-Sollwertes für das Kältemittel erfolgt sondern durch Erhöhung bzw. Minderung der Kühlleistung mittels Zu- bzw. Abschaltung der installierten Verdichter 22.

Die Erfassung des Saugdruckes des Kältemittels in der Rücklaufleitung 24 dient hierbei lediglich zur Begrenzung des Saugdruckes nach unten und oben, d. h. hinsichtlich Minimal- und Maximaldruck.

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, daß gemäß beiden Varianten vorgesehen ist, daß bei Betrieb mit abfallendem Saugdruck - gleichbedeutend mit sinkender Kühlstellentemperatur - eine Auswertung der Kühlstellentemperaturen jener Kühlstellen 11 erfolgt, die sich innerhalb ihrer Schalthysterese befinden, wobei entsprechend ihrem Abstand zum Temperatursollwert der Zulauf an Kältemittel freigegeben wird, bis die Kühlstellentemperatur-Sollwerte erreicht sind.

Erst wenn kein Zuschalten von Kühlstellen mehr möglich ist, d. h. die Kühlstellentemperatur-Sollwerte erreicht sind und der Saugdruck-Sollwert unterschritten wird, erfolgt die Abschaltung des letzten im Betrieb befindlichen Verdichters 22.

Die Wiedereinschaltung des Kälteaggregats erfolgt erst dann, wenn die Temperatur einer Kühlstelle den vorgegebenen Toleranzbereich überschritten hat. Hierbei kann es zweckmäßig sein, den Kühlstellen unterschiedliche Prioritäten zuzuordnen, denen zufolge eine Vorrangschaltung resultiert. Hierbei kann unterschieden werden zwischen Kühlstellen mit großem Kältebedarf bzw. mit großer Temperaturgenauigkeit und in solche mit geringerem Kältebedarf oder größerer zulässiger Temperaturabweichung.

Ergibt sich im Betrieb die Notwendigkeit der Zuschaltung eines weiteren Verdichters, so wird erfindungsgemäß zunächst geprüft, ob sich die Kühlstellentemperaturen bereits in Sollwertnähe befinden. Ist dies der Fall, so werden diese Kühlstellen sukzessive vorzeitig abgeschaltet.

In entgegengesetzter Weise erfolgt eine Abfrage und Auswertung bei Rücklaufforderung der Verdichter, ebenso auch zur Einleitung der längerfristigen Abschaltung der Kühlstellen 11, z. B. um verei-

ste Verdampfer abzutauen.

Durch diese Maßnahme erfolgt jeweils die volle Auslastung der einzelnen Verdichter und es kann auf eine extrem feinstufige Unterteilung der Verdichter, z. B. mittels Zylinderabschaltung, verzichtet werden. Ein schädlicher Kurzzeitbetrieb wird verhindert, und die Verdichter werden mit höchstmöglicher Verdampfungstemperatur äußerst wirtschaftlich betrieben.

### Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Kälteanlage, insbesondere einer Verbund-Kälteanlage mit wenigstens zwei parallel geschalteten Verdichtern, die zur Deckung des jeweiligen Kältebedarfs von wenigstens einer mit Sensoren versehenen Kühlstelle gleichzeitig gemeinsam oder abwechselnd nacheinander einzeln betrieben werden, dadurch gekennzeichnet, daß von jeder Kühlstelle (11) ein Referenzsignal für die aktuellen Kühlbedingungen an der Kühlstelle (11) zu einer Zentraleinheit (20) übermittelt wird, daß hieraus der jeweilige Kältebedarf ermittelt wird und daß dementsprechend die angeschlossenen Verdichter (22) von der Zentraleinheit (20) ein- bzw. abgeschaltet werden.

2. Verfahren zum Betrieb einer Kälteanlage, insbesondere einer Verbund-Kälteanlage, mit wenigstens zwei parallel geschalteten Verdichtern, die zur Deckung des jeweiligen Kältebedarfs von wenigstens einer mit einem Sensor versehenen Kühlstelle gleichzeitig gemeinsam oder abwechselnd nacheinander einzeln betrieben werden, dadurch gekennzeichnet, daß von jeder Kühlstelle ein Referenzwert für den jeweiligen Kältebedarf der Kühlstelle (11) an einen Stufenschalter (20) zur Ansteuerung der zur Kälteanlage (10) gehörenden Verdichtern (22) übermittelt wird und daß der Stufenschalter (20) dementsprechend die Ein- und Abschaltung der angeschlossenen Verdichter (22) vornimmt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Referenzsignal der Meßwert eines Temperaturfühlers verwendet und mit dem jeweiligen Kältemittel-Saugdruck verglichen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß unter Zugrundelegung der aus dem Referenzsignal der Kühlstelle (11) und aus dem Vergleich mit dem Kältemittel-Saugdruck gewonnenen Information die Ansteuerung von Abschaltventilen (12) in der Zulaufleitung (13) für die Kältemittelversorgung jeder Kühlstelle (11) erfolgt.

5. Verbund-Kälteanlage mit wenigstens einer mit Sensoren versehenen Kühlstelle, mit wenigstens zwei parallel geschalteten Verdichtern, die zur Deckung des Kältebedarfs in zyklisch abwechselndem

oder gemeinsamem Betrieb die zur Deckung des Kältebedarfs erforderliche Kälteleistung bereitstellen, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zentraleinheit (20) vorgesehen ist, die sowohl mit den Sensoren (13) jeder Kühlstelle (11) als auch mit den angeschlossenen Verdichtern (22) der Kälteanlage (10) verbunden ist, daß jeder Sensor (13) ein Referenzsignal an die Zentraleinheit (20) gibt, welches die Zentraleinheit (20) zur Ermittlung des Kältebedarfs auswertet und entsprechend dem ermittelten Kältebedarf dem Betrieb der Verdichter (22) steuert.

6. Verbund-Kälteanlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 4, mit wenigstens einer mit Sensoren versehenen Kühlstelle, mit wenigstens zwei parallel geschalteten Verdichtern, die in zyklisch abwechselndem oder gemeinsamem Betrieb die zur Deckung des Kältebedarfs erforderliche Kälteleistung bereitstellen, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stufenschalter (20) vorgesehen ist, der sowohl mit den Sensoren (13) jeder Kühlstelle (11) als auch mit den angeschlossenen von Motoren (23) angetriebenen Verdichtern (22) der Kälteanlage (10) verbunden ist, daß jeder Sensor (13) ein Referenzsignal an den Stufenschalter (20) gibt, welches dem jeweiligen Kältebedarf entspricht, und daß der Stufenschalter dementsprechend die Motoren (23) der Verdichter (22) ein- bzw. ausschaltet.

7. Verbund-Kälteanlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zulaufleitung (13) für das Kältemittel zu jeder Kühlstelle (11) ein fernbetätigbares Absperrventil (12) angeordnet ist, welches ferngesteuert den Kältemittelzulauf unterbricht oder freigibt.

8. Verbund-Kälteanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalleitungen (14) zwischen den Sensoren (13) der Kühlstellen (11) und der Zentraleinheit bzw. dem Stufenschalter (20) als Busleitungen zur Übertragung von Signalen und Steuerbefehlen ausgebildet sind.

9. Verbund-Kälteanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die fernbetätigbaren Absperrventile (12) über die Signalleitung (14, 15) ansteuerbar sind.

10. Verbund-Kälteanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß den Verdampfern (11a) wenigstens einer Kühlstelle (11) ein Lüftergebläse (14) zugeordnet ist, das über eine Steuerleitung (16) mit dem Kühlstellensensor (13) verbunden ist.

