



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.04.2023 Patentblatt 2023/17

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25B 49/02 ^(2006.01) **F25B 25/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22201295.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 49/02; F25B 25/005; F25B 2500/19;
F25B 2600/21; F25B 2600/2513; F25B 2700/21172;
F25B 2700/21173; F25B 2700/21174;
F25B 2700/21175

(22) Anmeldetag: **13.10.2022**

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

(30) Priorität: **20.10.2021 DE 102021127213**

(71) Anmelder: **Lauda Dr. R. Wobser GmbH & Co. KG**
97922 Lauda-Königshofen (DE)

(72) Erfinder:
• **Decker, Jona**
97276 Margetshöchheim (DE)
• **Ullenbruch, Stefan**
97999 Igersheim (DE)

(74) Vertreter: **Zimmermann & Partner**
Patentanwälte mbB
Postfach 330 920
80069 München (DE)

(54) **KÄLTEANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER KÄLTEANLAGE**

(57) Kälteanlage (1), insbesondere für einen Prozessthermostat, mit einem Verdampfer, primärseitig umfassend einen Verdampfereintritt (16) und einen Verdampferaustritt (18), und sekundärseitig umfassend einen Vorlauf und einen Rücklauf, einer Kontrolleinrichtung, welche eingerichtet ist, um ein stromaufwärts des Verdampfereintritts angeordnetes Expansionsventil (9) in Abhängigkeit einer Verdampfer-Temperaturdifferenz

zwischen dem Verdampfereintritt (16) und dem Verdampferaustritt (18) und in Abhängigkeit eines Überhitzungs-Sollwerts zu regeln; und einer Korrekturereinheit, welche eingerichtet ist, um den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit einer Vorlauftemperatur des Vorlaufs festzulegen, wobei die Korrekturereinheit außerdem dazu eingerichtet ist, den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit einer Rücklauftemperatur des Rücklaufs festzulegen.

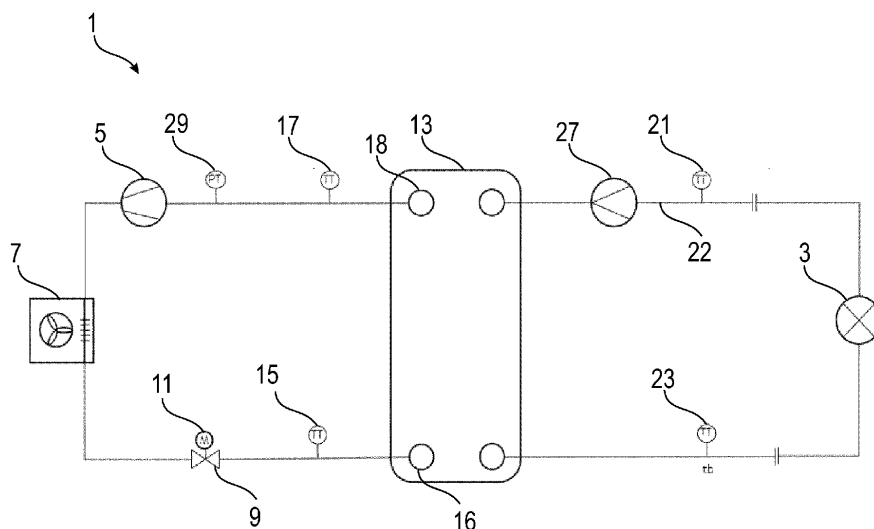


Fig. 1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kälteanlage und Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Kälteanlagen bekannt, welche durch eine sogenannte Überhitzungsregelung geregelt werden. Die Überhitzung ist die Differenz zwischen Verdampferausgangstemperatur und Verdampfereingangstemperatur.

[0003] Die gemessene Überhitzung wird über einen Regelkreis auf den Überhitzungssollwert geregelt. Als Stellglieder sind aus dem Stand der Technik Schrittmotoren bekannt, die eine Position eines Expansionsventils einstellen. Der Überhitzungssollwert kann ein fester statischer Wert sein oder an die gemessene Vorlauftemperatur gekoppelt sein. Durch die Art der Regelung kann die Kälteleistung allerdings unter eine maximal mögliche Kälteleistung der Anlage fallen - auch wenn möglicherweise mehr Kälteleistung benötigt würde. Auch die Energieeffizienz und Genauigkeit der Regelung können optimierbar sein.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, bekannte Kälteanlagen zu verbessern, insbesondere sollen eine Energieeffizienz oder eine Genauigkeit der Regelung bestehender Kälteanlagen verbessert werden.

[0005] Die Aufgabe wird mit einer Kälteanlage nach dem Anspruch 1 und mit einem Verfahren nach dem nebengeordneten Anspruch gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dieser Beschreibung.

[0006] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Kälteanlage mit einem Verdampfer, primärseitig umfassend einen Verdampfereintritt und einen Verdampferaustritt, und sekundärseitig umfassend einen Vorlauf und einen Rücklauf, einer Kontrolleinrichtung, welche eingerichtet ist, um ein stromaufwärts des Verdampfereintritts angeordnetes Expansionsventil in Abhängigkeit einer Verdampfer-Temperaturdifferenz zwischen dem Verdampfereintritt und dem Verdampferaustritt und in Abhängigkeit eines Überhitzungs-Sollwerts zu regeln; und einer Korrekturereinheit, welche eingerichtet ist, um den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit einer Vorlauftemperatur des Vorlaufs festzulegen, wobei die Korrekturereinheit außerdem dazu eingerichtet ist, den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit einer Rücklauftemperatur des Rücklaufs festzulegen.

[0007] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, insbesondere einer Kälteanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit Ermitteln einer Verdampfer-Temperatur-

differenz zwischen einem Verdampfereintritt und einem Verdampferaustritt eines Verdampfers, welcher primärseitig den Verdampfereintritt und den Verdampferaustritt aufweist und sekundärseitig einen Vorlauf und einen Rücklauf umfasst, Regeln eines stromaufwärts des Verdampfereintritts angeordneten Expansionsventils in Abhängigkeit der ermittelten Verdampfer-Temperaturdifferenz und in Abhängigkeit eines Überhitzungs-Sollwerts, mittels einer Kontrolleinrichtung; Ermitteln einer Vorlauftemperatur des Vorlaufs; Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur mittels einer Korrekturereinheit; und Ermitteln einer Rücklauftemperatur des Rücklaufs, wobei der Überhitzungs-Sollwert außerdem in Abhängigkeit der Rücklauftemperatur festgelegt wird.

[0008] Durch die Messung der Rücklauftemperatur, Berechnung der Temperaturdifferenz zwischen Vorlauftemperatur und Rücklauftemperatur, hierin auch Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz genannt, und der Einbeziehung dieser Temperaturdifferenz bei der Überhitzungsregelung des Kältesystems kann eine verbesserte Energieeffizienz und eine maximierte Kälteleistung der Kälteanlage in jedem Betriebspunkt, insbesondere in mehr Betriebspunkten als bei bisherigen Anlagen, erreicht werden.

[0009] Hintergrund ist, dass beispielsweise durch den Einsatz unterschiedlicher Temperiermedien oder die Einstellung von unterschiedlichen Volumenströmen bzw. Pumpenleistung bei Kälteanlagen aus dem Stand der Technik Betriebspunkte möglich sind, in denen die Hydraulik die zu übertragende Kälteleistung begrenzt.

[0010] Ursache hierfür sind erhebliche Temperaturdifferenzen von mehreren Kelvin zwischen Vorlauftemperatur und Rücklauftemperatur insbesondere bei kleinem Volumenstrom des Temperiermediums infolge niedriger Vorgabedrucke oder hoher Durchflusswiderstände im angeschlossenen Verbraucher. Dadurch wird die optimale Überhitzung nicht nur abhängig von der aktuellen Vorlauftemperatur, sondern zusätzlich von der Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf, desto größer die benötigte Überhitzung. Durch einen geringeren Durchfluss in der Hydraulik wird der Wärmeübergang reduziert.

[0011] Um den geringeren Wärmeübergang auszugleichen, wird eine höhere Überhitzung benötigt. Ohne die hierin beschriebene Erfindung muss der Sollwert für die Überhitzung also entsprechend groß gewählt werden, um die Funktion und die exakte Temperierung sicherzustellen. Diese Überhitzung ist aber dann auch Sollwert für die Überhitzung bei einem hohen Durchfluss. Hier kann die hohe Überhitzung aber nur durch Senken der Verdampfungstemperatur erreicht werden, da die Rücklauftemperatur geringer ist als bei einem geringeren Durchfluss. Durch das Senken der Einspritztemperatur wird jedoch die Kälteleistung reduziert.

[0012] Eine feste, statische Sollwertvorgabe für die Überhitzung, oder auch eine nur von der Vorlauftempe-

raturabhängige Sollwertvorgabe, kann sich somit je nach Betriebspunkt nachteilig auf die Effizienz oder Kälteleistung der Kälteanlage auswirken. Auch bei Berücksichtigung der Vorlauftemperatur für den Überhitzungs-Sollwert ist keine optimale Vorgabe für alle Betriebspunkte möglich, da die Information über die Rücklauftemperatur nicht eingeht.

[0013] Durch Ausführungsformen der hierin beschriebenen Kälteanlagen wird die Überhitzung beispielsweise an die hydraulischen Gegebenheiten angepasst, so dass je nach Betriebspunkt Energieeffizienz oder Leistung gesteigert werden können. Durch den resultierenden korrigierten Überhitzungssollwert können große Volumenströme mit einer geringeren Überhitzung und geringe Volumenströme mit einer größeren Überhitzung betrieben werden. Durch diese dynamische Anpassung ist die Verdampfereingangstemperatur für größere Volumenströme höher, wodurch die Kälteanlage energetisch effizienter betrieben und die Kälteleistung gesteigert wird.

[0014] Ausführungsformen von Kälteanlagen sind insbesondere für Prozessthermostate geeignet. Beispielsweise können Ausführungsformen in Prozessthermostate integriert sein oder über Anschlüsse für Prozessthermostate verfügen. Typische Prozessthermostate sind Maschinen zum exakten Temperieren von externen Applikationen, durch das Kühlen und Aufheizen einer Temperierflüssigkeit, die mit einer Pumpe in einem geschlossenen Kreislauf eine externe Applikation durchströmt.

[0015] Typische Kälteleistungen von Ausführungsformen liegen in einem Bereich von mindestens 0,5 kW oder mindestens 1 kW oder von höchstens 100 kW oder höchstens 60 kW. Typische Ausführungsformen erreichen eine Temperaturgenauigkeit von $\pm 0,3$ K, typischerweise $\pm 0,05$ K oder $\pm 0,01$ K. Typische Ausführungsformen weisen einen Temperaturbereich für die zu kühlende Applikation von -95 °C oder bis 320 °C auf.

[0016] Typische Ausführungsformen umfassen einen Rücklauftemperatur-Sensor, welcher mit einem Rücklauf-Kanal thermisch verbunden ist und dessen Signalausgang mit einem Signaleingang der Korrekturereinheit verbunden ist. Weiterhin kann ein Vorlauftemperatur-Sensor analog an einem Vorlauf-Kanal angeordnet sein. Zur Ermittlung der Überhitzung können bei Ausführungsformen mindestens einer, typischerweise zwei Temperatursensoren an einem Verdampfer des Kältesystems angeordnet sein, welche beispielsweise eine Verdampfer-Eintrittstemperatur t_{o1} in einem Bereich eines Eintritts des Verdampfer-Mediums in den Verdampfer und eine Verdampfer-Austrittstemperatur t_{o2} in einem Bereich eines Austritts des Verdampfer-Mediums aus dem Verdampfer messen.

[0017] Typische Ausführungsformen umfassen einen Temperatursensor, welcher eine Verdampfer-Austrittstemperatur in einem Bereich eines Austritts des Verdampfer-Mediums aus dem Verdampfer misst und einen Drucksensor, welcher den Druck p_o am Verdampfer-Austritt misst. Bei Einsatz eines Drucksensors wird durch die Korrekturereinheit t_{o1} aus p_o mittels Stoffwerten des

Kältemittels im Nassdampfgebiet errechnet. Typischerweise erfolgt die Einstellung der Überhitzung durch ein schrittmotorgesteuertes Expansionsventil, welches in einem Zulauf zu dem Verdampfereintritt angeordnet ist.

[0018] Typischerweise ist die Korrekturereinheit dazu eingerichtet, eine Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauftemperatur und der Rücklauftemperatur zu ermitteln und den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz und einer Überhitzungs-Vorgabe festzulegen. Weiterhin kann die Kontrolleinheit dazu eingerichtet sein, die Überhitzungs-Vorgabe in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur festzulegen, beispielsweise an Hand einer Look-up-Tabelle oder an Hand einer Funktion. Alternativ kann für die Überhitzungsvorgabe ein einstellbarer Wert vorgegeben sein, welcher insbesondere im Betrieb nicht automatisiert durch einen Messwert wie der Vorlauftemperatur beeinflusst wird. Beispielsweise kann die Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz zu der von der Vorlauftemperatur abhängigen aber ansonsten festen Überhitzungsvorgabe addiert werden, eine Überhitzungsvorgabe kann z.B. 6 K bei einer Vorlauftemperatur von -60 °C sein.

[0019] Typische Verfahren umfassen ein Ermitteln einer Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauftemperatur und der Rücklauftemperatur und ein Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz und der Überhitzungs-Vorgabe.

[0020] Bei Ausführungsformen ist die Korrekturereinheit dazu eingerichtet, den Überhitzungs-Sollwert in einer monotonen Funktion in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz festzulegen. Bei typischen Verfahren erfolgt ein Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts mittels einer monotonen Funktion in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz. Eine absolut größere Differenz führt typischerweise zu einem größeren Überhitzungs-Sollwert. Dies kann die Funktion der Kälteanlage verbessern.

[0021] Typischerweise ist bei den hierin beschriebenen Verfahren oder Vorrichtungen der Absolutwert der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz gemeint, wenn hierin die Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz erwähnt wird.

[0022] Bei Ausführungsformen ist die Korrekturereinheit dazu eingerichtet, den Überhitzungs-Sollwert in einer proportionalen Funktion in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz festzulegen. Bei typischen Verfahren erfolgt ein Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts mittels einer proportionalen Funktion in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz.

[0023] Bei Ausführungsformen ist die Korrekturereinheit dazu eingerichtet, den Überhitzungs-Sollwert aus einer Addition der insbesondere mit einer Steigungskonstanten multiplizierten Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz zu der Überhitzungsvorgabe festzulegen. Die Steigungskonstante kann beispielsweise fest vorgegeben sein oder in Abhängigkeit des Verdampfermediums ein-

stellbar sein. Bei typischen Verfahren erfolgt das Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts aus einer Addition der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz mit der Überhitzungs-Vorgabe, wobei die Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz gegebenenfalls vor der Addition mit einer Steigungskonstanten multipliziert werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert, wobei die Figuren zeigen:

Fig. 1 zeigt eine typische Ausführungsform einer Kälteanlage; und

Fig. 2 zeigt schematisch ein einer vereinfachten Darstellung einen Regelkreis von typischen Ausführungsformen.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0025] Nachfolgend werden typische Ausführungsformen der Erfindung anhand der Figuren beschrieben, wobei die Erfindung nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt ist, vielmehr wird der Umfang der Erfindung durch die Ansprüche bestimmt.

[0026] Bei der Beschreibung der Ausführungsformen werden unter Umständen in verschiedenen Figuren und für verschiedene Ausführungsformen gleiche Bezugszeichen für gleiche oder ähnliche Teile verwendet. Teilweise werden Merkmale, welche bereits im Zusammenhang mit anderen Figuren beschrieben werden, der Übersichtlichkeit halber nicht mehrfach genannt oder beschrieben.

[0027] In der Fig. 1 ist eine beispielhafte Ausführungsform einer Kälteanlage 1 für ein Applikation 3 gezeigt. Die Applikation kann beispielsweise ein Reaktor, eine Fahrzeugbatterie, ein elektronisches Bauteil, ein Extruder oder ein Prüfstand sein.

[0028] Die Kälteanlage verfügt primärseitig über einen Verdichter 5 zum Verdichten eines Verdampfer-Mediums im Primärkreislauf, einen Verflüssiger 7 und über ein elektrisch steuerbares Expansionsventil 9 mit Schrittmotor 11. Mittels des Schrittmotors 11 kann der Durchfluss durch das Expansionsventil 9 beeinflusst werden, so dass sich ein Zustrom zu einem Verdampfer 13 steuern lässt.

[0029] Der Verdampfer 13 ist als Wärmetauscher zwischen dem Primärkreislauf und einem Sekundärkreislauf ausgebildet.

[0030] Weiterhin sind zur Ermittlung der Überhitzung zwei Temperatursensoren 15 und 17 an Eintritt 16 bzw. Austritt 18 des Verdampfers 13 angeordnet, welche eine Verdampfer-Eintrittstemperatur t_{o1} in einem Bereich eines Eintritts 16 des Verdampfer-Mediums in den Verdampfer 13 und eine Verdampfer-Austrittstemperatur t_{o2} in einem Bereich eines Austritts 18 des Verdampfer-Me-

diums aus dem Verdampfer 13 messen.

[0031] Weiterhin umfasst die Kälteanlage einen Rücklauf-Temperatur-Sensor 21, welcher mit einem Rücklauf-Kanal 22 thermisch verbunden ist und dessen Signalausgang mit einem Signaleingang einer Korrekturereinheit (siehe Fig. 2) verbunden ist. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Signalwege zwischen den Sensoren und die Korrekturereinheit in der Fig. 1 nicht dargestellt, vielmehr wird die Regelung mit der Fig. 2 detaillierter beschrieben.

[0032] Weiterhin ist ein Vorlauftemperatur-Sensor 23 analog an einem Vorlauf-Kanal des Sekundärkreislaufs angeordnet. In dem Rücklauf-Kanal 22 des Sekundärkreislaufs befindet sich außerdem noch eine Pumpe 27 zur Umwälzung eines Mediums in dem Sekundärkreislauf. Weiterhin ist in dem Sekundärkreislauf die zu kühlende Applikation 3 angeordnet ist.

[0033] Alternativ zu dem Temperatursensor 15 am Eintritt 16 des Verdampfers oder zusätzlich kann bei Ausführungsformen ein Drucksensor 29 vorgesehen sein, welcher einen Druck p_o an dem Verdampfer-Austritt 18 misst. Bei Einsatz des Drucksensors 16 kann durch die Korrekturereinheit die Eintrittstemperatur t_{o1} aus dem Druck p_o mittels Stoffwerten des Kältemittels im Nassdampfgebiet errechnet werden.

[0034] In der Fig. 2 ist der Regelkreis von typischen Ausführungsformen vereinfacht schematisch dargestellt. Eine Kontrolleinrichtung 50 umfasst einen Regler 52, welcher den Schrittmotor 11 des Expansionsventils 9 ansteuert. Der Regler erhält hierzu als Eingangssignal einen Überhitzungs-Sollwert 54, welcher mit der aus den Eintritts- und Austritts-Temperaturen t_{o1} und t_{o2} gemessenen Überhitzung am Verdampfer 13 verglichen wird.

[0035] Der Überhitzungs-Sollwert 54 wird von einer Korrekturereinheit 60 bereitgestellt, welche den Überhitzungs-Sollwert 54 in Abhängigkeit der mittels des Vorlauftemperatur-Sensors 23 gemessenen Vorlauftemperatur festlegt. Weiterhin berücksichtigt die Korrekturereinheit bei dem Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts die mittels des Rücklauf-Temperatur-Sensors 21 gemessene Rücklauf-Temperatur.

[0036] Der Absolutwert der Differenz zwischen Vorlauftemperatur und Rücklauf-Temperatur wird durch die Kontrolleinheit 60 zu einer Überhitzungsvorgabe 64 addiert, welche wiederum in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur, gemessen durch den Vorlauftemperatur-Sensor 23, festgelegt werden kann oder fest vorgegeben sein kann. Die Festlegung der Überhitzungsvorgabe 64 kann an Hand einer Look-up-Tabelle oder an Hand einer Funktion erfolgen. Bei Ausführungsformen kann die Überhitzungsvorgabe 64 auch fest vorgegeben sein.

[0037] Die Korrekturereinheit 60 legt somit den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz in einer monoton steigenden, proportionalen Funktion fest. Hierzu kann eine Steigungskonstante vorgesehen sein, mit welcher die Temperaturdifferenz vor der Addition mit der Überhitzungsvorgabe 64 multipliziert werden kann. Auf diese Weise kann der Einfluss der Korrektur auf die Regelung mittels der Steigungskonstante beein-

flusst werden.

[0038] Ausführungsformen der Erfindung betreffen eine Regelung bei Kälteanlagen für Prozessthermostaten, wobei die Regelung die Temperaturdifferenz von Vor- zu Rücklauf erfasst und entsprechend die Überhitzung dynamisch anpasst. Auf diese Weise kann in allen Betriebspunkten ein optimierter Betrieb erreicht werden.

Patentansprüche

1. Kälteanlage (1), insbesondere für einen Prozessthermostat, mit

- einem Verdampfer (13), primärseitig umfassend einen Verdampfereintritt (16) und einen Verdampferaustritt (18), und sekundärseitig umfassend einen Vorlauf und einen Rücklauf,
- einer Kontrolleinrichtung (50), welche eingerichtet ist, um ein stromaufwärts des Verdampfereintritts angeordnetes Expansionsventil (9) in Abhängigkeit einer Verdampfer-Temperaturdifferenz zwischen dem Verdampfereintritt (16) und dem Verdampferaustritt (18) und in Abhängigkeit eines Überhitzungs-Sollwerts zu regeln; und
- einer Korrekturereinheit (60), welche eingerichtet ist, um den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit einer Vorlauftemperatur des Vorlaufs festzulegen,
- wobei die Korrekturereinheit (60) außerdem dazu eingerichtet ist, den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit einer Rücklauftemperatur des Rücklaufs festzulegen.

2. Kälteanlage (1) nach Anspruch 1, wobei die Korrekturereinheit (60) dazu eingerichtet ist, eine Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauftemperatur und der Rücklauftemperatur zu ermitteln und den Überhitzungs-Sollwert in Abhängigkeit der Vorlauf- Rücklauf-Temperaturdifferenz und einer Überhitzungs-Vorgabe festzulegen.

3. Kälteanlage (1) nach Anspruch 2, wobei die Kontrolleinheit dazu eingerichtet ist, die Überhitzungs-Vorgabe in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur festzulegen.

4. Kälteanlage (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Korrekturereinheit (60) dazu eingerichtet ist, den Überhitzungs-Sollwert in einer monotonen von der der Vorlauf-Rücklauf- Temperaturdifferenz abhängigen Funktion festzulegen.

5. Kälteanlage (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Korrekturereinheit (60) dazu eingerichtet ist, den Überhitzungs-Sollwert in einer proportional von der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz abhängigen

Funktion festzulegen.

6. Kälteanlage (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Korrekturereinheit (60) dazu eingerichtet ist, den Überhitzungs-Sollwert aus einer Addition der insbesondere mit einer Steigungskonstanten multiplizierten Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz zu der Überhitzungs-Vorgabe festzulegen.

7. Kälteanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Rücklauftemperatur-Sensor, welcher mit einem Rücklauf-Kanal thermisch verbunden ist und dessen Signalausgang mit dem Eingang der Korrekturereinheit (60) verbunden ist.

8. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage (1), insbesondere einer Kälteanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit

- Ermitteln einer Verdampfer-Temperaturdifferenz zwischen einem Verdampfereintritt (16) und einem Verdampferaustritt (18) eines Verdampfers (13), welcher primärseitig den Verdampfereintritt (16) und den Verdampferaustritt (18) aufweist und sekundärseitig einen Vorlauf und einen Rücklauf umfasst,
- Regeln eines stromaufwärts des Verdampfereintritts (16) angeordneten Expansionsventils (9) in Abhängigkeit der ermittelten Verdampfer-Temperaturdifferenz und in Abhängigkeit eines Überhitzungs-Sollwerts, mittels einer Kontrolleinrichtung (50);
- Ermitteln einer Vorlauftemperatur des Vorlaufs;
- Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur mittels einer Korrekturereinheit (60); und
- Ermitteln einer Rücklauftemperatur des Rücklaufs, wobei der Überhitzungs-Sollwert außerdem in Abhängigkeit der Rücklauftemperatur festgelegt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, mit:

- Ermitteln einer Vorlauf- Rücklauf-Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauftemperatur und der Rücklauftemperatur und
- Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts in Abhängigkeit der Vorlauf- Rücklauf-Temperaturdifferenz und einer Überhitzungsvorgabe.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Überhitzungs-Vorgabe in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur festgelegt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, mit Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts mittels einer monotonen Funktion in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-

Temperaturdifferenz.

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, mit Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts mittels einer proportionalen Funktion in Abhängigkeit der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz. 5
13. Verfahren nach Anspruch 10, mit Festlegen des Überhitzungs-Sollwerts aus einer Addition der Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz mit der Überhitzungs-Vorgabe. 10
14. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Vorlauf-Rücklauf-Temperaturdifferenz vor der Addition mit einer Steigungskonstante multipliziert wird. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

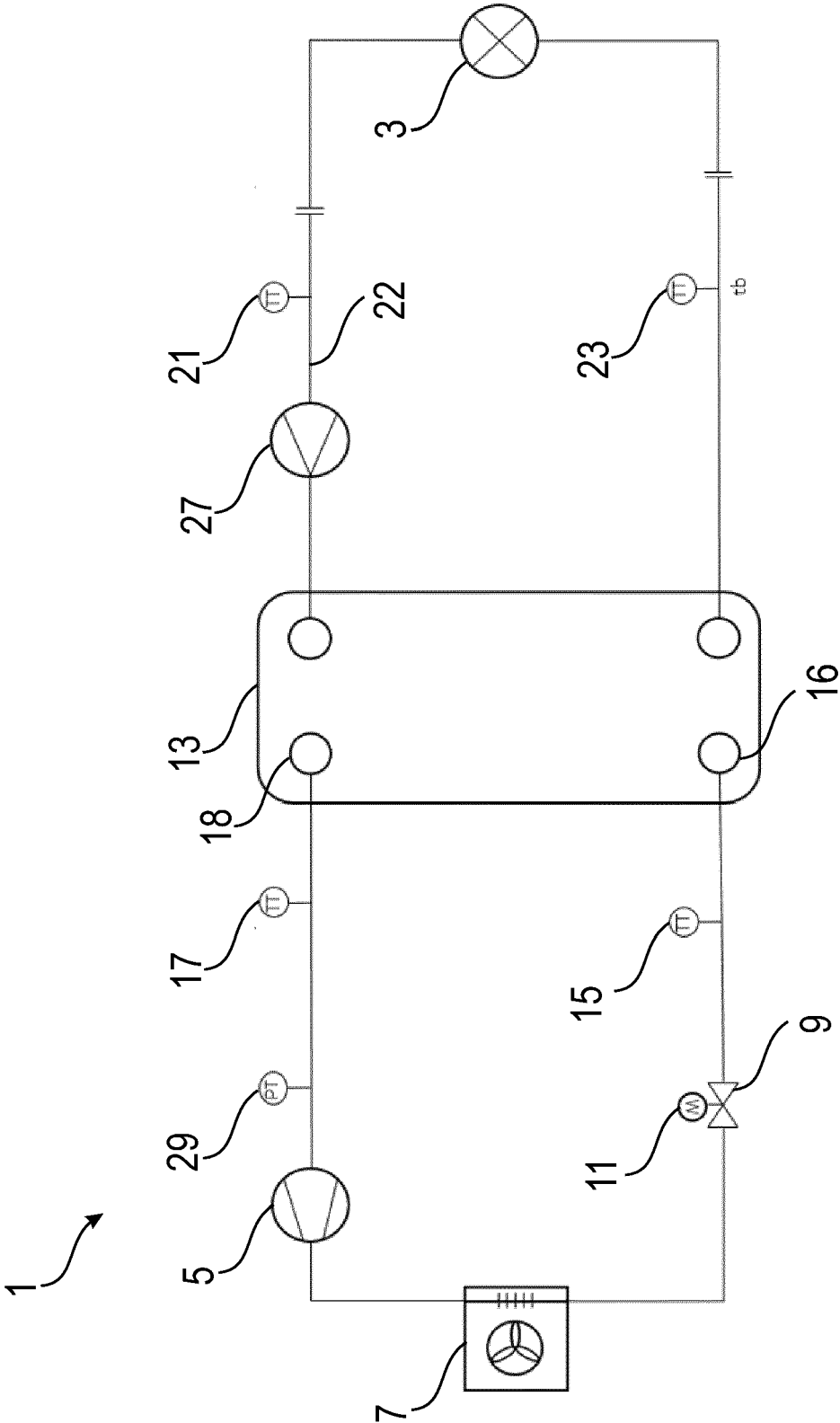


Fig. 1

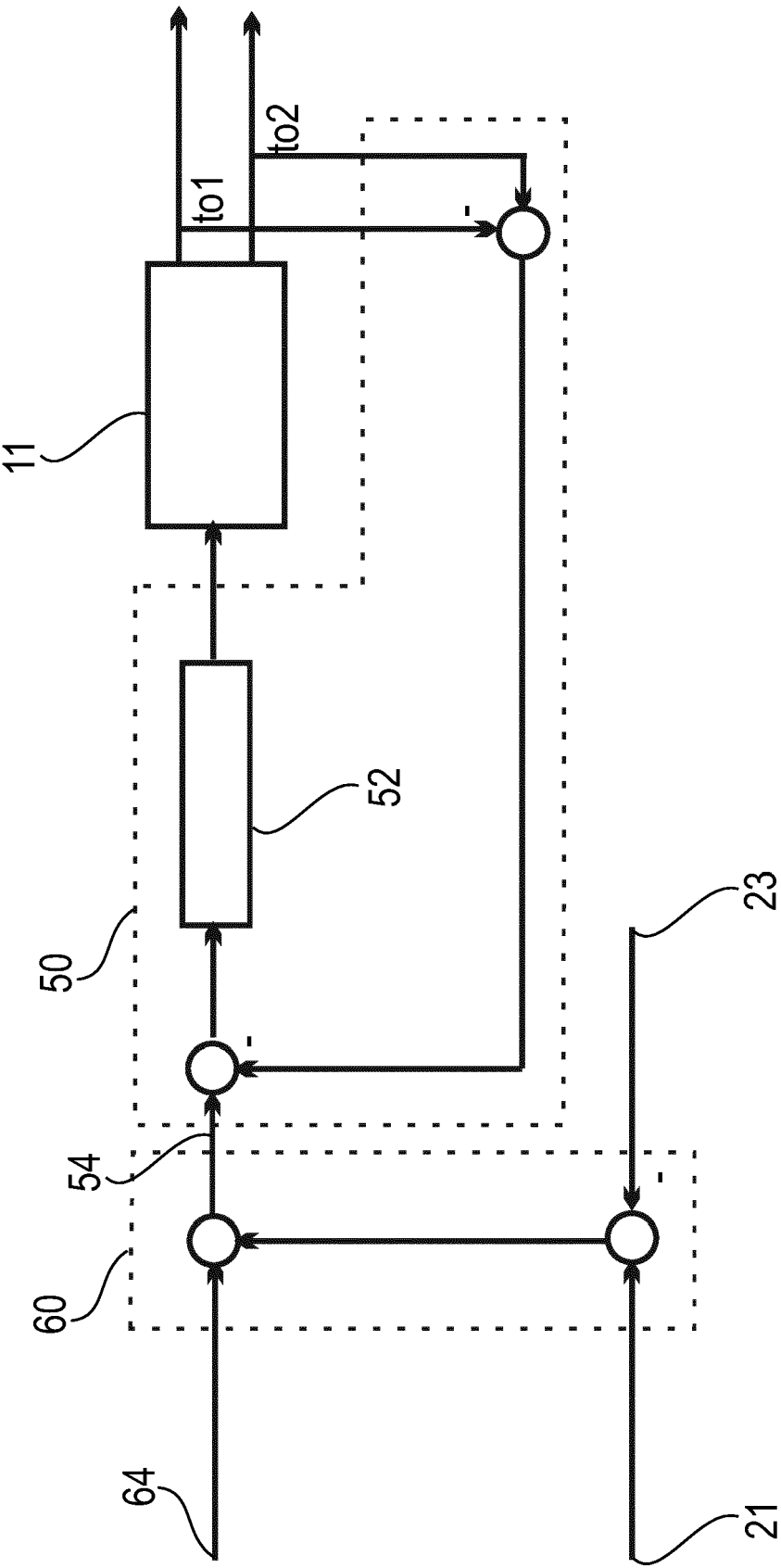


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 1295

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/068999 A1 (JESSEN LARS MOU [DK]) 15. April 2004 (2004-04-15) * Absätze [0012] - [0044]; Abbildungen 1, 2b, 7, 8 *	1-14	INV. F25B49/02 F25B25/00
A	EP 3 816 543 A1 (LAMBDA WAERMEPUMPEN GMBH [AT]) 5. Mai 2021 (2021-05-05) * Absätze [0072] - [0092]; Abbildungen 1-13 *	1-14	
A	US 2013/167567 A1 (FUKUI KOJI [JP] ET AL) 4. Juli 2013 (2013-07-04) * Absätze [0011] - [0101]; Abbildungen 1-8 *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Februar 2023	Prüfer Amous, Moez
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 20 1295

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

18-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004068999 A1	15-04-2004	CN 1512284 A	14-07-2004
		US 2004068999 A1	15-04-2004

EP 3816543 A1	05-05-2021	AT 522875 A4	15-03-2021
		EP 3816543 A1	05-05-2021

US 2013167567 A1	04-07-2013	CN 103154625 A	12-06-2013
		EP 2629025 A1	21-08-2013
		JP 5058324 B2	24-10-2012
		JP 2012083084 A	26-04-2012
		US 2013167567 A1	04-07-2013
		WO 2012049820 A1	19-04-2012

EPO FORM P0461

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