



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.07.2007 Patentblatt 2007/29**

(51) Int Cl.:  
**F25B 40/00 (2006.01) F25B 41/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07000185.4**

(22) Anmeldetag: **05.01.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder: **Regin, Uwe, Dipl.-Ing.**  
**82256 Fürstenfeldbruck (DE)**

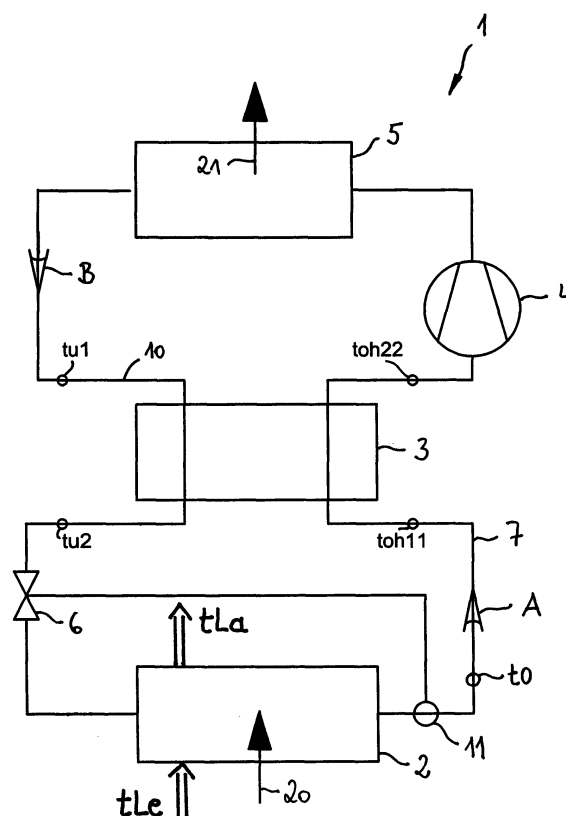
(74) Vertreter: **Zeitler, Giselher et al**  
**Zeitler - Volpert - Kandlbinder**  
**Patentanwälte**  
**Herrnstrasse 44**  
**80539 München (DE)**

(30) Priorität: **11.01.2006 DE 202006000385 U**

(71) Anmelder: **Güntner AG & Co.KG**  
**82256 Fürstenfeldbruck (DE)**

(54) **Kälteanlage**

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kälteanlage mit folgenden zu einem Kreisprozess für ein Kältemittel verbundenen Komponenten: einem Verdampfer (2), einem diesem in Strömungsrichtung des gasförmigen Kältemittels nachgeordneten inneren Wärmeaustauscher (3), einem Verdichter (4), einem Verflüssiger (5), welchem in Strömungsrichtung des nunmehr flüssigen Kältemittels der innere Wärmeaustauscher (3) nachgeschaltet ist, und einem dem inneren Wärmeaustauscher (3) in Strömungsrichtung des flüssigen Kältemittels nachgeordneten und dem Verdampfer (2) vorgeschalteten Expansionsventil (6), welches einen Überhitzungsfühler (11) aufweist. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet dass das Expansionsventil (6) ein solches mit einer statischen Überhitzung  $\leq 2$  K ist und der Überhitzungsfühler (11) in Strömungsrichtung des Kältemittels hinter dem Verdampfer (2) und vor dem inneren Wärmeaustauscher (3) angeordnet ist.



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Kälteanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Eine solche Kälteanlage arbeitet nach dem Prinzip, dass ein gasförmiges Kältemittel verflüssigt wird, wobei die dabei auftretende Wärme beispielsweise durch Luft- bzw. Wasserkühlung abgeleitet wird. Beim Entspannen verdampft das Kältemittel und entzieht dabei die notwendige Wärme beispielsweise einem Kühlraum, in welchem Lebensmittel gelagert sind. Eine solche Kälteerzeugung beruht daher auf einem Kreisprozess mit dem Kältemittel. Das Kältemittel ist in einem solchen Kälte erzeugenden System in der Lage, durch Verdampfen bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme, beispielsweise warme Luft aus einem zu kühlenden Raum, aufzunehmen und durch Verflüssigen bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abzugeben. Ein derartiges Kältemittel ist also gewissermaßen der Arbeitsstoff in einer Kälteanlage, auch Kältemaschine genannt.

**[0003]** Eine Kälteanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist beispielsweise aus der DE 203 13 777.9 U1 bekannt. Das hier beschriebene thermostatische Expansionsventil ist ein sogenanntes Standard-Expansionsventil, welches erst bei einer statischen Überhitzung ab etwa 5 K öffnet. Insofern lässt sich mit dieser Kälteanlage das eigentliche Ziel, die treibende Temperaturdifferenz möglichst gering zu halten und Energie sparen zu können, kaum erreichen.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kälteanlage der eingangs erwähnten Art zu schaffen, welche wirtschaftlicher betreibbar ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kälteanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0006]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0007]** Dadurch, dass das Expansionsventil ein solches mit einer statischen Überhitzung  $\leq 2$  K ist und der Überhitzungsfühler in Strömungsrichtung des Kältemittels hinter dem Verdampfer und vor dem inneren Wärmeaustauscher angeordnet ist, wird eine Überhitzung des Kältemittels im Verdampfer weitgehend ausgeschlossen. Die treibende Temperaturdifferenz zwischen der Luft Eintrittstemperatur und der Verdampfungstemperatur vor dem Verdampfer kann damit äußerst niedrig, d.h. auf etwa 3 bis 4 K eingestellt werden. Damit kann zum einen unmittelbar am Verdichter Energie eingespart werden, weil der Wirkungsgrad der Kälteanlage erhöht ist, zum anderen kann Abtauenergie eingespart werden, weil beispielsweise in einem Kühlraum weniger Entfeuchtung und somit weniger Vereisung der Lamellen stattfindet. Durch die geringe Entfeuchtung eignet sich dieser Verdampfer insbesondere für die Obst- und Gemüsekühlung, also für die Kühlung von frischen Lebensmitteln. Die Überhitzung des gasförmigen Kältemittels, auch Sauggas genannt, findet damit nicht mehr ausschließlich im Verdampfer sondern vielmehr in dem inneren Wärmeaustauscher statt. Dadurch kann der Verdampfer klein dimensioniert sein, wodurch sich zusätzlich zu den energetischen Vorteilen auch noch geringere Herstellungskosten erzielen lassen. Durch die Verlegung der Überhitzungszone weg vom Verdampfer hin zum inneren Wärmeaustauscher lässt sich also das Kosten/Nutzen-Verhältnis der Gesamtanlage positiv beeinflussen. Auf der anderen Seite ist die letztlich vom inneren Wärmeaustauscher herbeigeführte Überhitzung des gasförmigen Kältemittels so gewährleistet, dass Flüssigkeitsschläge im Verdichter infolge von noch im Sauggas vorhandenen Flüssigkeitstropfen ausgeschlossen sind. Insofern kann mit der erfindungsgemäßen Kälteanlage durch die geringe statische Überhitzung am Expansionsventil die Überhitzungszone im Verdampfer möglichst klein gehalten werden.

**[0008]** Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Expansionsventil derart ausgebildet, dass es bereits ab einer statischen Überhitzung von 0 oder 1 K öffnet und bei einer Gesamt- oder Arbeitsüberhitzung von etwa 4 K eine Ventilleistung von 100 % hat. Daraus folgt, dass das erfindungsgemäße Ventil bei einer Gesamt- oder Arbeitsüberhitzung von etwa 4 K bereits vollständig geöffnet ist, wohingegen ein herkömmliches Expansionsventil bei einer statischen Überhitzung von etwa 5 K überhaupt erst zu öffnen beginnt. Daraus folgt ferner, dass das erfindungsgemäße Expansionsventil eine relativ steile Kennlinie hat, mithin also schon bei äußerst geringer Überhitzung oder bereits ab einer Überhitzung von 1 K. Daraus folgt auch, dass die Ventilleistung schon bei geringer treibender Temperaturdifferenz schnell zur Verfügung steht.

**[0009]** Vorteilhafterweise ist das Expansionsventil ein thermostatisches oder ein elektronisches Expansionsventil. Ein thermostatisches Expansionsventil zeichnet sich im Vergleich zu einem elektronischen Expansionsventil durch ein günstiges Preis/Leistungsverhältnis aus.

**[0010]** Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert, wobei alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der vorliegenden Erfindung unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung bilden. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Kälteanlage mit in einem Kreisprozess geführtem Kältemittel; und

Fig. 2 ein schematisches Schaubild mit Ventilkennlinien von Expansionsventilen.

**[0011]** In Fig. 1 ist schematisch eine Kälteanlage 1 gezeigt, bei der ein nicht näher dargestelltes Kältemittel in einem Kreisprozess, d.h. im Kreislauf, geführt ist.

**[0012]** Die Kälteanlage 1, auch Kältemaschine genannt, hat einen Verdampfer 2, einen dem Verdampfer in Strömungsrichtung des gasförmigen Kältemittels (siehe Pfeil A) nachgeordneten inneren Wärmeaustauscher 3, einen dem inneren Wärmeaustauscher 3 nachgeordneten Verdichter 4, einen dem Verdichter nachgeordneten Verflüssiger 5, in dem das gasförmige Kältemittel kondensiert wird, wobei dem Verflüssiger 5 in Strömungsrichtung des nunmehr flüssigen Kältemittels (siehe Pfeil B) wiederum der innere Wärmeaustauscher 3 nachgeschaltet ist, und ein dem inneren Wärmeaustauscher 3 in Strömungsrichtung des flüssigen Kältemittels (siehe Pfeil B) nachgeordnetes und dem Verdampfer 2 vorgeschaltetes Expansionsventil 6.

**[0013]** Die vorgenannten Komponenten sind, wie zuvor erwähnt, zu einem Kreisprozess verbunden. Dazu hat die Kälteanlage 1 vom Verdampfer 2 über den inneren Wärmeaustauscher 3 und zum Verdichter 4 eine Sauggasleitung 7. Ferner hat die Kälteanlage 1 vom Verflüssiger 5 über den inneren Wärmeaustauscher 3 und das Expansionsventil 6 zum Verdampfer 2 hin eine Flüssigkeitsleitung 10, wodurch sich letztlich der in Fig. 1 schematisch dargestellte Kreisprozess ergibt.

**[0014]** Das Expansionsventil 6 weist einen Überhitzungsfühler 11 auf.

**[0015]** Erfindungsgemäß ist das Expansionsventil 6 ein solches mit einer statischen Überhitzung  $\leq 2$  K und ist der Überhitzungsfühler 11 in Strömungsrichtung des Kältemittels, in diesem Fall des gasförmigen Kältemittels (siehe Pfeil A), hinter dem Verdampfer 2 und vor dem inneren Wärmeaustauscher 3, mithin also in der Sauggasleitung 7 zwischen dem Verdampfer 2 und dem inneren Wärmeaustauscher 3 angeordnet.

**[0016]** Das Expansionsventil 6 ist gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung derart ausgebildet, dass es bereits ab einer statischen Überhitzung von 0 oder 1 K öffnet und bei einer statischen Überhitzung von etwa 4 K eine Ventilleistung von 100 % bewirkt. Das Expansionsventil 6 ist ein thermostatisches oder ein elektronisches Expansionsventil.

**[0017]** In Fig. 2 sind Ventilkennlinien von thermostatischen Expansionsventilen schematisch in einem Schaubild gezeigt. Auf der Ordinate ist aufgetragen die Ventilleistung in %, auf der Abszisse ist die Überhitzung in Kelvin aufgetragen. Das erfindungsgemäße Expansionsventil 6 mit einer statischen Überhitzung  $\leq 2$  K hat beispielsweise eine Ventilkennlinie 12, welche in einer durchgezogenen Linie dargestellt ist, oder eine Ventilkennlinie 13, welche strichpunktiert dargestellt ist. Ein herkömmliches thermostatisches Expansionsventil nach dem Stand der Technik hat eine Ventilkennlinie 14, welche gestrichelt gezeigt ist.

**[0018]** Fig. 2 verdeutlicht eine statische Überhitzung 15 in Bezug auf die gestrichelt dargestellte Ventilkennlinie 14 eines herkömmlichen Expansionsventils von etwa 5 K. Demgegenüber zeigt Fig. 2 für das erfindungsgemäße Expansionsventil gemäß der Ventilkennlinie 12 eine statische Überhitzung von 0 K und bei der anderen Ventilkennlinie 13 eines erfindungsgemäßen Expansionsventils, welche in Fig. 2 strichpunktiert dargestellt ist, eine statische Überhitzung von 1 K.

**[0019]** Ferner ist Fig. 2 jeweils auch die Öffnungsüberhitzung 16 zu entnehmen, welche im Fall der Ventilkennlinie 14 etwa 14 K minus 5 K, also etwa 9 K und im Fall der Ventilkennlinie 12 4 K minus 0 K, also 4 K, und im Fall der Ventilkennlinie 13 4 K minus 1 K, also 3 K, beträgt. Die Summe aus jeweiliger statischer Überhitzung 15 und Öffnungsüberhitzung 16 ist dann die sogenannte Gesamt- oder Arbeitsüberhitzung 17. Diese beträgt im Falle eines herkömmlichen Expansionsventils mit der Ventilkennlinie 14 ca. 14 K, im Falle eines erfindungsgemäßen Expansionsventils mit der Ventilkennlinie 12 etwa 5 K und im Falle eines erfindungsgemäßen Expansionsventils mit der Ventilkennlinie 13 ebenfalls etwa 5 K.

**[0020]** Daraus folgt, dass die statische Überhitzung von etwa 5 auf 1 bzw. 0 K reduziert wird und dass die Öffnungsüberhitzung 16 bei 100 % Ventilleistung von 7 K (12 K minus 5 K) auf 3 K (4 K minus 1 K) im Falle der Ventilkennlinie 13 bzw. auf 4 K (4 K minus 0 K) im Falle der Ventilkennlinie 12 reduziert wird.

**[0021]** In der nachfolgenden Tabelle 1 sind für einen Fall A mit einer konstanten Verdampfungstemperatur  $t_0$  beispielhaft einzelne Temperaturen für eine herkömmliche Kälteanlage nach dem Stand der Technik und für eine Kälteanlage gemäß der Erfindung angegeben. In Tabelle 2 sind für einen Fall B mit einer konstanten Lufteintrittstemperatur  $t_{Le}$  ebenfalls die sich ergebenden Temperaturen für eine Kälteanlage nach dem Stand der Technik und eine solche nach der Erfindung angegeben.

**[0022]** Die einzelnen Temperaturen sind in Fig. 1 angedeutet.

**[0023]** Die Unterkühlungstemperatur  $t_{u1}$  ist diejenige des flüssigen Kältemittels in Strömungsrichtung (siehe Pfeil B in Fig. 1) vor dem inneren Wärmeaustauscher 3, die Unterkühlungstemperatur  $t_{u2}$  diejenige des flüssigen Kältemittels nach dem inneren Wärmeaustauscher 3. Die Verdampfungstemperatur  $t_0$  wird nach dem Verdampfer 2 abgegriffen. Die Eintrittstemperatur der Luft in den Verdampfer 2,  $t_{Le}$  bezeichnet, ist üblicherweise die von der Kälteanlage zu kühlende Luft beispielsweise eines Kühlraums. Die abgekühlte Luft tritt mit der Temperatur  $t_{La}$ , d.h. mit einer Luftaustrittstemperatur, welche niedriger als die Lufteintrittstemperatur ist, aus dem Verdampfer 2 aus.

**[0024]** Die Temperaturdifferenz  $\Delta t_1$  bezeichnet die Differenz zwischen den vorgenannten Temperaturen  $t_{Le}$  und  $t_0$ .

**[0025]** Die Überhitzungstemperatur  $t_{oh11}$  wird in Strömungsrichtung des gasförmigen Kältemittels (siehe Pfeil A) vor dem inneren Wärmeaustauscher 3 und die Temperatur  $t_{oh22}$  nach dem inneren Wärmeaustauscher 3 im Bereich der Sauggasleitung 7 abgegriffen.

Tabelle 1: Fall A:  $t_0 = \text{const.}$ 

| Bezeichnungen Einheiten [°C]                   | Stand der Technik | Erfindung  |
|------------------------------------------------|-------------------|------------|
| tu1: Unterkühlungstemp.                        | <b>26</b>         | <b>26</b>  |
| tu2: Unterkühlungstemp.                        | <b>21</b>         | <b>20</b>  |
| t0: Verdampfungstemp.                          | <b>0</b>          | <b>0</b>   |
| t Luft ein (tLe)                               | <b>12</b>         | <b>4</b>   |
| $\Delta t_1$ : (Eintrittstemp.-diff. tLe - t0) | <b>12</b>         | <b>4</b>   |
| toh11: Überhitzungstemp.                       | <b>10</b>         | <b>3,5</b> |
| toh22: Überhitzungstemp.                       | <b>18</b>         | <b>15</b>  |

Tabelle 2: Fall B: t Luft ein (tLe) = const.

| Bezeichnungen Einheiten [°C]                   | Stand der Technik | Erfindung  |
|------------------------------------------------|-------------------|------------|
| tu1: Unterkühlungstemp.                        | <b>26</b>         | <b>26</b>  |
| tu2: Unterkühlungstemp.                        | <b>20</b>         | <b>20</b>  |
| t0: Verdampfungstemp.                          | <b>-8</b>         | <b>0</b>   |
| t Luft ein (tLe)                               | <b>4</b>          | <b>4</b>   |
| $\Delta t_1$ : (Eintrittstemp.-diff. tLe - t0) | <b>12</b>         | <b>4</b>   |
| toh11: Überhitzungstemp.                       | <b>2</b>          | <b>3,5</b> |
| toh22: Überhitzungstemp.                       | <b>13</b>         | <b>15</b>  |

**[0026]** Aus Tabelle 1 folgt, dass es mit der erfindungsgemäßen Kälteanlage möglich ist, beispielsweise Luft aus einem Kühlraum zu kühlen, die sich schon auf einem niedrigeren Temperaturniveau als im Stand der Technik befindet. Mit einer Kälteanlage nach dem Stand der Technik kann Luft mit einer Lufteintrittstemperatur tLe von 4°C und einer Verdampfungstemperatur t0 von 0°C nicht mehr gekühlt werden, da das betreffende herkömmliche Expansionsventil gemäß dessen Ventilkennlinie 14 (siehe Fig. 2) in diesem Fall noch vollständig geschlossen ist. Eine derart geringe Überhitzung des gasförmigen Kältemittels, welche beim Temperaturniveau der Luft erfindungsgemäß zu Grunde gelegt wird, ist nicht in der Lage, die statische Überhitzung eines herkömmlichen Expansionsventils zu erreichen bzw. zu übertreffen. Daher bleibt, wie zuvor erwähnt, das herkömmliche Expansionsventil in diesem Fall geschlossen. Eine Kühlung ist damit unmöglich; die Kälteleistung beträgt 0.

**[0027]** Weiter folgt daraus, dass erfindungsgemäß Kälte bei einer treibenden Temperaturdifferenz  $\Delta t_1$  von nur noch 4 K produziert werden kann, was bei einer Kälteanlage nach dem Stand der Technik, wie zuvor erwähnt, nicht möglich ist.

**[0028]** Die durch das Verdampfen des Kältemittels im Verdampfer 2 benötigte Wärmemenge 20 kann beispielsweise der Luft eines Kühlraums entzogen werden. Umgekehrt wird beim Verflüssigen des Kältemittels die Wärmemenge 21 abgegeben. Dies ist in Fig. 2 durch die Pfeile 20 bzw. 21 angedeutet.

**[0029]** Im Fall der Tabelle 2 kann bei identischen Lufteintrittstemperaturen tLe die Verdampfungstemperatur t0 im Falle der erfindungsgemäßen Kälteanlage deutlich höher gewählt werden, als dies bei einer Kälteanlage nach dem Stand der Technik möglich wäre. Dadurch ergibt sich zum einen der Vorteil eines geringeren Druckverhältnisses am Verdichter 4, so dass dieser im Falle der Erfindung kleiner als bei einer herkömmlichen Kälteanlage dimensioniert werden kann. Letztlich folgt daraus ein höherer Gesamtwirkungsgrad des Kälteprozesses. Ein höherer Gesamtwirkungsgrad (englisch COP - Coefficient of Performance genannt) ermöglicht letztlich ein wirtschaftlicheres Betreiben der Kälteanlage. Ferner ergibt sich der Vorteil, dass die Entfeuchtung beispielsweise eines Kühlraumes reduziert wird, so dass der darin befindlichen Ware nicht so viel Flüssigkeit wie im Falle einer herkömmlichen Kälteanlage entzogen wird. Dadurch bleibt die Qualität und das Gewicht der Ware hoch. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Kälteanlage besteht darin, dass bei einer im Vergleich zum Stand der Technik erhöhten Verdampfungstemperatur (laut Tabelle 2 0°C im Falle der Erfindung und - 8°C im Falle des Standes der Technik) sich der Eisaufbau und die Kondensatablagerung auf den Kühllamellen des Verdampfers reduziert. Ein weniger stark vereister Verdampfer hat aber einen besseren Wärmeübergang als ein stark vereister Verdampfer. Im Übrigen kann dadurch auch die Abtauenergie verringert werden.

**[0030]** Daraus ergibt sich, dass die erfindungsgemäße Kälteanlage äußerst wirtschaftlich betreibbar ist.

Patentansprüche

1. Kälteanlage

mit folgenden zu einem Kreisprozess für ein Kältemittel verbundenen Komponenten:

- einem Verdampfer (2),
- einem diesem in Strömungsrichtung des gasförmigen Kältemittels nachgeordneten inneren Wärmeaustauscher (3),
- einem Verdichter (4),
- einem Verflüssiger (5), welchem in Strömungsrichtung des nunmehr flüssigen Kältemittels der innere Wärmeaustauscher (3) nachgeschaltet ist, und
- einem dem inneren Wärmeaustauscher (3) in Strömungsrichtung des flüssigen Kältemittels nachgeordneten und dem Verdampfer (2) vorgeschalteten Expansionsventil (6), welches einen Überhitzungsfühler (11) aufweist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Expansionsventil (6) ein solches mit einer statischen Überhitzung  $\leq 2$  K ist und der Überhitzungsfühler (11) in Strömungsrichtung des Kältemittels hinter dem Verdampfer (2) und vor dem inneren Wärmeaustauscher (3) angeordnet ist.

2. Kälteanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Expansionsventil (6) derart ausgebildet ist, dass es bereits ab einer statischen Überhitzung von nahezu 0 oder 1 K öffnet und bei einer statischen Überhitzung von etwa 4 K eine Ventilleistung von 100 % hat.

3. Kälteanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Expansionsventil (6) ein thermostatisches oder ein elektronisches Expansionsventil ist.

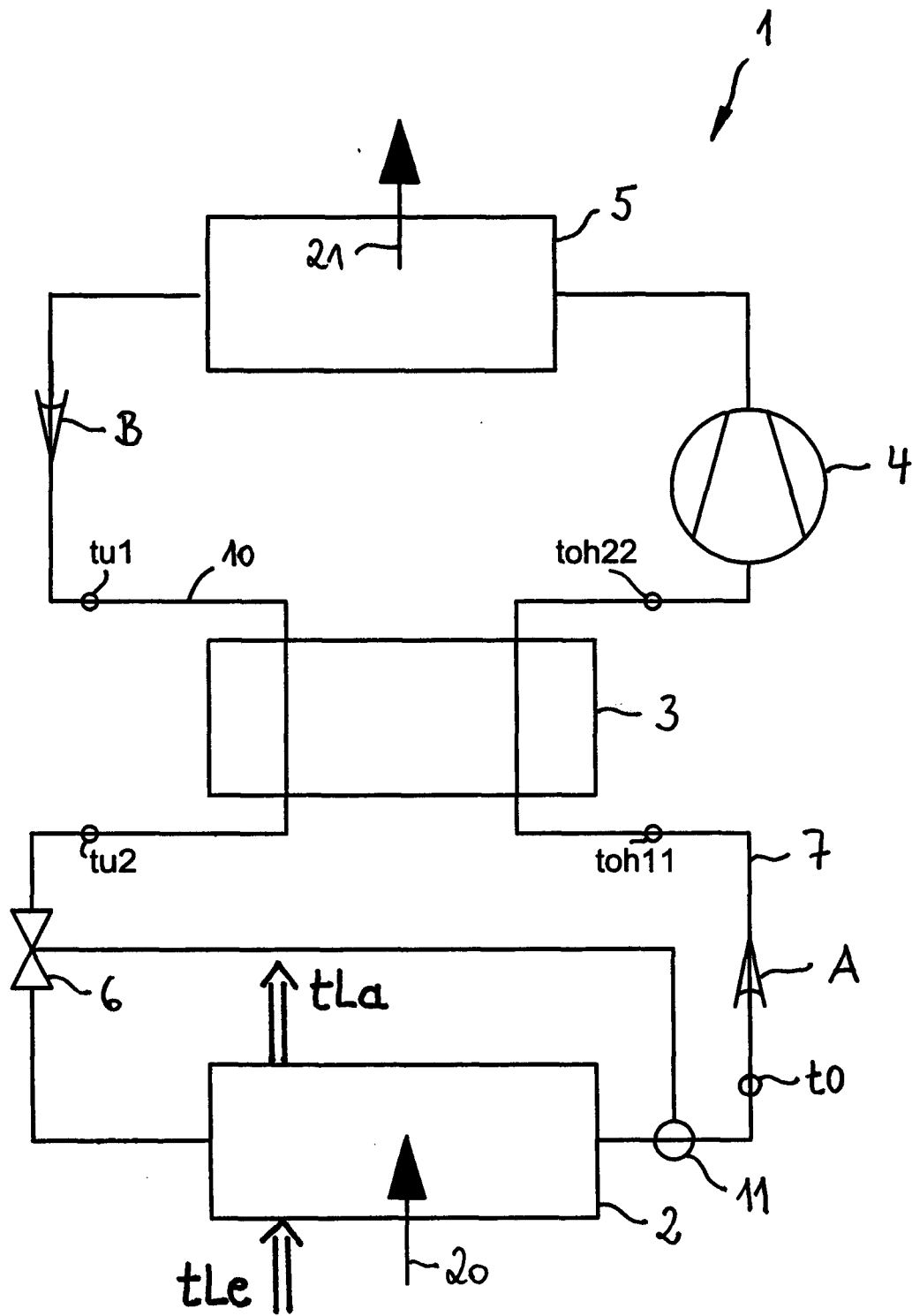
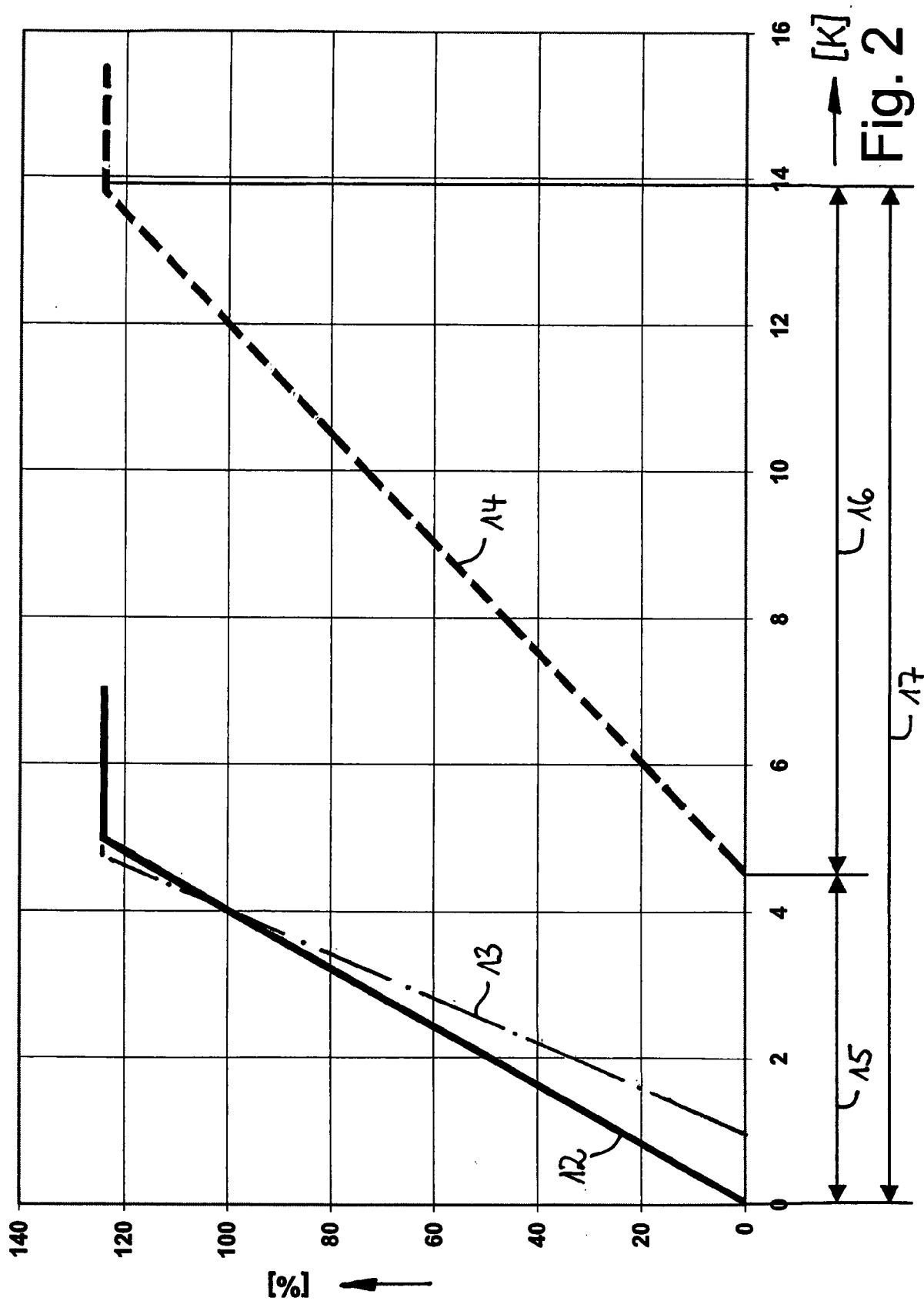


Fig. 1



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 20313777 U1 [0003]