

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 969 255 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**15.09.2004 Patentblatt 2004/38**

(51) Int Cl.7: **F24H 4/04**

(21) Anmeldenummer: **99111775.5**

(22) Anmeldetag: **18.06.1999**

### (54) **Anlage mit einer Wärmepumpe und einem Speicher**

Installation with a heat pump and an accumulator

Installation avec pompe à chaleur et accumulateur

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH FR GB IT LI**

(30) Priorität: **01.07.1998 DE 19829334**  
**07.06.1999 DE 19925827**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.01.2000 Patentblatt 2000/01**

(73) Patentinhaber: **Konvekta AG**  
**34613 Schwalmstadt (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Köhler, Jürgen**  
**35039 Marburg (DE)**

• **Lembke, Nicholas**  
**35037 Marburg (DE)**  
• **Tegethoff, Wilhelm**  
**35037 Marburg (DE)**

(74) Vertreter: **LOUIS- PÖHLAU- LOHRENTZ**  
**Postfach 3055**  
**90014 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 075 157 WO-A-93/08428**  
**CH-A- 289 319 CH-A- 524 115**  
**DE-A- 2 903 250 DE-A- 4 315 924**  
**DE-A- 19 542 076 FR-A- 1 086 317**  
**US-A- 4 205 532**

**EP 0 969 255 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Anlage mit einer Wärmepumpe, die einen Verdichter, einen Hochtemperatur-Wärmeübertrager, eine Expansionseinrichtung und einen Niedertemperatur-Wärmeübertrager aufweist, die in einem Kreis miteinander verbunden und von einem Arbeitsmittel durchflossen sind, und mit einem ein Speicherfluid enthaltenden temperaturschichteten Speicher, in dessen bodenseitigem Bereich der Hochtemperatur-Wärmeübertrager der Wärmepumpe angeordnet ist, wobei der Hochtemperatur-Wärmeübertrager ein Gegenstrom-Wärmeübertrager ist, der in einem Behälter vorgesehen ist, an den oberseitig strömungstechnisch ein Steigrohr anschließt, das sich mit einem Steigrohraustritt zum oberseitigen Bereich des Speichers erstreckt.

**[0002]** Aus dem Prospekt der Firma Blomberg - Vertriebsgesellschaft GmbH, 59229 Ahlen: "WARMWASSER WÄRMEPUMPEN und WARMWASSER SPEICHER", 3. Auflage, 2/95 ist eine Anlage bekannt, bei der der Hochtemperatur-Wärmeübertrager als Glatтроhr-Wärmeübertrager ausgebildet ist. Des weiteren ist es bekannt, solche Glatтроhre durch Rippenrohre zu ersetzen, um die Wärmeübertragung vom Hochtemperatur-Wärmeübertrager zum Speicherfluid zu verbessern. Bei dem besagten Speicherfluid handelt es sich üblicherweise um Brauch- bzw. Nutzwasser oder um Heizungswasser.

**[0003]** Aus der CH-PS 524 115 ist ein Warmwasserbereiter zur Erzeugung und Speicherung von heißem Wasser mit einem im unteren Teil des mit einem Warmwasser- und einem Kaltwasserabschluss ausgerüsteten Behälter innerhalb eines Steigrohres angeordneten Heizaggregat bekannt. Durch Anordnung des Wärmetauschers im unteren Bereich des Warmwasserbereiters, und dadurch, dass das Steigrohr im oberen Bereich des Behälters ausmündet, wird dort sichergestellt, dass bereits bei geringer Wärmeleistung des Wärmetauschers möglichst frühzeitig Warmwasser zur Verfügung steht. Der Wärmetauscher wird dabei in seinem unteren Bereich allseitig durch das zu erwärmende Wasser angeströmt.

**[0004]** Ein Warmwasserbereiter der zuletzt genannten Art zur Erzeugung und Speicherung von heißem Wasser ist auch aus der DE 31 37 146 C2 bekannt. Bei diesem bekannten Warmwasserbereiter ist der das Heizaggregat aufnehmende Gehäuseteil des Steigrohres zum Inneren des Behälters hin geschlossen, die Kaltwasserzuleitung zum Behälter in an sich bekannter Weise mit einer Anschlussvorrichtung für einen Reinigungsschlauch ausgerüstet, die Kaltwasserzuleitung zum Behälter in Fließrichtung des Wassers hinter dem Reinigungsschlauchanschluss mit einer Bypassleitung ausgerüstet, die in das Gehäuse für das Heizaggregat mündet, eine Verschlussvorrichtung in der Kaltwasserzuleitung zwischen dem Behälter und dem Anschluss der Bypassleitung an die Kaltwasserzuleitung angeordnet,

und an der Abgabeseite des Steigrohres innerhalb des Behälters eine Anschlussvorrichtung für den Anschluss eines Reinigungsschlauches vorgesehen, die das Steigrohrinnere gegenüber dem Behälterinnenraum bei angeschlossenem Reinigungsschlauch abtrennt. Durch eine solche Ausbildung wird eine leichte und schnelle Entkalkung und Reinigung des Wärmetauschers, der bspw. eine Heizwendel aufweist, und des Steigrohres ohne großen Materialaufwand ermöglicht.

**[0005]** Bei Wärmepumpen, d.h. bei Kompressionswärmepumpen kommen bislang als Arbeitsmittel z.B. R134a, R22 oder Propan zur Anwendung. Neuerdings werden auch Versuche mit Kohlendioxid als Arbeitsmittel durchgeführt bzw. Kompressionswärmepumpen mit Kohlendioxid als Arbeitsmittel zum Einsatz gebracht. Bei solchen Kohlendioxid-Kompressionswärmepumpen liegt der Hochdruck über dem kritischen Druck von 7,4 Mpa. Bei solchen Kohlendioxid-Kompressionswärmepumpen gibt es keinen Kondensationsprozess mehr. Das Kohlendioxid, das den Verdichter mit hohem Druck und mit hoher Temperatur, z.B. mit 9 Mpa und 100°C, verlässt, wird ohne zu kondensieren im Hochtemperatur-Wärmeübertrager auf eine Temperatur von bspw. 20°C abgekühlt.

**[0006]** Abgesehen von der Enthitzungs- und Unterkühlungsstrecke liegt im Hochtemperatur-Wärmeübertrager einer Wärmepumpe mit konventionellem Arbeits- bzw. Kältemittel eine weitgehend konstante Kondensationstemperatur vor, die über die Dampfdruckbeziehung eindeutig mit dem Kondensationsdruck verknüpft ist. Im Hochtemperatur-Wärmeübertrager einer Kompressionswärmepumpe mit Kohlendioxid als Arbeitsmittel liegt hingegen eine kontinuierliche Temperaturabnahme, d.h. ein sog. Temperaturgleit, des Kohlendioxidgases vor.

**[0007]** Wärmepumpen, insbesondere mit Kohlendioxid als Arbeitsmittel können nach dem Durchlauferhitzer-Prinzip eingesetzt werden, bei welchem das zu erwärmende Fluid, insbes. Wasser, in dem Augenblick erwärmt wird, in dem es benötigt wird. Es ist jedoch auch möglich, das erwärmte Wasser in einem geeigneten Speicher zwischenzuspeichern.

**[0008]** Aus der Solarenergietechnik sind Schichtenspeicher bekannt. Diese Schichtenspeicher weisen einen internen Wärmeübertrager auf, der in einem Strömungsbehälter mit Steigrohr eingebaut ist. Ein solcher Schichtenspeicher ist aus dem Prospekt der Fa. Solvis Energiesysteme GmbH & Co. KG. 38122 Braunschweig, Ausgabedatum 25.3.1997: "Stratos Integral: Warmwasser und Heizungsunterstützung in einem Gerät", Seiten 6 und 7, bekannt. Der interne Wärmeübertrager dient dort dazu, die Wärmeenergie der von dem Solarkollektor kommenden Wärmeträgerflüssigkeit an den Speicher abzugeben.

**[0009]** Eine Anlage der eingangs genannten Art ist aus der DE 29 03 250 bekannt, bei der in einem Wassertank ein Steigrohr angeordnet ist. Im Speicher befindliches Speicherwasser steigt durch das Steigrohr

thermosiphonisch nach oben und wird im oberen Speicherbereich eingeschichtet. Zum Kältemittel sind diesem druckschriftlichen Stand der Technik keine Ausführungen zu entnehmen.

**[0010]** Die DE 195 42 076 A1 offenbart einen Warmwasserspeicher, insbesondere für Brauchwasser, mit einem geschlossenen Speicherbehälter mit einem Kaltwasserzulauf in seinem unteren Bereich und einem Warmwasserablauf in seinem oberen Bereich, mit einem im Behälter aufrecht angeordneten Strömungsleit- bzw. Steigrohr und mit einem im unteren Teil des Steigrohrs angeordneten Wärmetauscher. Der Wärmetauscher kann als Rohrschlange ausgebildet sein, die an einer Bodenplatte gehalten ist. Ein Heizmediumvorlauf und ein Heizmediumrücklauf sind durch die Bodenplatte geführt und mit dem Wärmetauscher verbunden. Durch den Heizmediumvor- und -rücklauf zirkuliert ein flüssiges Heizmedium, beispielsweise Wasser, das durch eine Solarkollektoranlage und/oder durch einen konventionellen Heizkessel beheizbar ist.

**[0011]** Aus der US 4 205 532 ist eine Kältemaschine oder Wärmepumpe bekannt, wobei als Arbeitsmittel, d. h. als Kälteträger, Kohlendioxid oder Äthan verwendet wird. Kohlendioxid als Kälteträger für Kältemaschinen oder Wärmepumpen zu verwenden, ist auch aus der DE 43 15 024 A1 bekannt.

**[0012]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anlage der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine hohe Leistungsziffer besitzt, wobei das zu erwärmende Speicherfluid den Hochtemperatur-Wärmeübertrager mit einer möglichst hohen Nutztemperatur verlässt, der Hochtemperatur-Wärmeübertrager kompakt ausgebildet ist und über ein hohes Wärmeübertragungsvermögen verfügt, und zum Antrieb des Volumenstromes des zu erwärmenden Speicherfluids mechanische Antriebsmittel, wie eine Pumpe, entbehrlich sind.

**[0013]** Diese Aufgabe wird bei einer Anlage der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Arbeitsmittel der Wärmepumpe Kohlendioxid ist, und dass der Verdichter mittels einer Anschlussleitung mit dem Hochtemperatur-Wärmeübertrager verbunden ist, die sich vom Steigrohraustritt axial durch das Steigrohr nach unten erstreckt.

**[0014]** Dadurch, dass der Hochtemperatur-Wärmeübertrager das Speicherfluid, vorzugsweise Brauch- bzw. Nutzwasser oder Heizungswasser, im Gegenstrom erwärmt, ergibt sich der Vorteil, dass - für den Fall, dass der zu erwärmende Fluidstrom optimal ausgebildet ist - der Arbeitspunkt des Hochtemperatur-Wärmeübertragers zwei wichtige Anforderungen erfüllt, nämlich

1) das Kohlendioxid-Gas verlässt den Hochtemperatur-Wärmeübertrager mit einer relativ niedrigen Temperatur, wobei mit abnehmender Temperatur die Leistungsziffer steigt, und

2) das zu erwärmende Speicherfluid verlässt den

Hochtemperatur-Wärmeübertrager mit einer relativ hohen Nutztemperatur.

**[0015]** Die speziellen Vorteile von Kohlendioxid gegenüber konventionellen Kältemitteln liegen in der hohen Umweltverträglichkeit. Außerdem können bei der Erwärmung eines Fluids auf über 50°C höhere Leistungsziffern erreicht werden als bei konventionellen Kompressionswärmepumpen. Bei zu erzielenden Fluidtemperaturen von über 65°C können - im Gegensatz zu Kohlendioxid - konventionelle Kältemittel nicht mehr sinnvoll eingesetzt werden. Wie an den spezifischen Temperaturverläufen im Hochtemperatur-Wärmeübertrager deutlich wird, ist es für konventionelle Kältemittel thermodynamisch günstig, das zu erwärmende Fluid mit einem geringen Temperaturgleit zu erwärmen, da sich in diesem Fall der Temperaturverlauf des zu erwärmenden Fluids besser an den weitgehend konstanten Temperaturverlauf des kondensierten konventionellen Kältemittels anpasst. Wegen des hohen Temperaturgleits von Kohlendioxid ist entsprechend ein hoher Temperaturgleit des zu erwärmenden Fluids thermodynamisch günstig.

**[0016]** Dadurch, dass bei der erfindungsgemäßen Anlage der Verdichter der Wärmepumpe mittels einer Anschlussleitung mit dem Hochtemperatur-Wärmeübertrager verbunden ist, die sich vom Steigrohraustritt axial durch das im Speicher vorgesehene Steigrohr nach unten erstreckt, ergibt sich eine Verbesserung bzw. Optimierung des thermosiphonischen Antriebs und eine materialsparende Vergrößerung der Gegenstrom bzw. Kreuzgegenstromwärmeübertragungsfläche zwischen dem Kohlendioxid der Wärmepumpe und dem zu erwärmenden Speicherfluid im mit der Wärmepumpen verbundenen Speicher.

**[0017]** Hierbei ist es bevorzugt, wenn die Anschlussleitung sich coaxial durch das Steigrohr erstreckt.

**[0018]** Zur verbesserten Abkühlung des Kohlendioxids und zur materialsparenden Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche des Hochtemperatur-Wärmeübertragers kann dieser mit der Expansionseinrichtung der Wärmepumpe mittels einer Rückleitung verbunden sein, die eine Rohrschlange aufweist, die im bodenseitigen Bereich des Speichers unterhalb des Hochtemperatur-Wärmeübertragers und unterhalb des Behälters im Speicher angeordnet ist. Die Rohrschlange kann hierbei in mindestens einer Ebene angeordnet sein, die zum Boden des Speichers mindestens annähernd parallel vorgesehen ist. Die besagte Rohrschlange kann auch innerhalb des Behälters angeordnet sein.

**[0019]** Erfindungsgemäß kann der Hochtemperatur-Wärmeübertrager ein Kreuzgegenstrom-Wärmeübertrager sein. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager kann in einem unterseitig offenen, glockenförmigen Behälter vorgesehen sein. Der besagte Behälter kann unterseitig auch geschlossen sein.

**[0020]** Das zu erwärmende Speicherfluid kommt aus dem unter- d.h. bodenseitigen Bereich des temperatur-

geschichteten Speichers und das erwärmte Speicherfluid wird im davon entfernten oberseitigen Bereich des Speichers wieder eingeschichtet.

**[0021]** Durch die Ausbildung des Speichers mit dem zugehörigen Behälter im bodenseitigen Bereich des Speichers und durch das an den Behälter oberseitig strömungstechnisch anschließende Steigrohr wird erreicht, dass der Antrieb des Volumenstromes des zu erwärmenden Speicherfluides thermosiphonisch erfolgt, so dass zum besagten Antrieb des Volumenstromes des zu erwärmenden Speicherfluides kein mechanisches Antriebsmittel wie eine Pumpe o. dgl. erforderlich ist.

**[0022]** Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn bei der erfindungsgemäßen Anlage der Hochtemperatur-Wärmeübertrager als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager ausgebildet ist. Ein solcher Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager kann in vorteilhafter Weise kleinvolumig, d.h. kompakt dimensioniert bzw. ausgebildet sein, um ein entsprechend hohes Wärmeübertragungsvermögen zu realisieren. Die Lamellen eines solchen Lamellenrohrbündel-Wärmeübertragers verursachen in vorteilhafter Weise im durchströmenden, zu erwärmenden Speicherfluid nur einen relativ geringen Druckabfall, so dass der thermosiphonische Antrieb nicht gestört wird. Andererseits ist es wichtig, dass der Volumenstrom des zu erwärmenden Speicherfluides nicht zu stark ansteigt, da sich sonst das zu erwärmende Speicherfluid nicht auf die notwendige Nutz- bzw. Speicherendtemperatur erwärmt. Andererseits muss der thermosiphonische Volumenstrom des zu erwärmenden Speicherfluides groß genug sein, um das das Arbeitsmittel der Wärmepumpe bildende Kohlendioxid hinreichend tief abzukühlen.

**[0023]** Das Steigrohr besitzt vorzugsweise einen derartigen lichten Innenquerschnitt und eine derartige axiale Längenabmessung, dass sein thermosiphonischer Strömungs-Druckabfall einen Volumenstrom mit niedriger Hochtemperatur-Wärmeübertrager-Austrittstemperatur des Wärmepumpen-Antriebsmittels und mit hoher Austrittstemperatur des zu erwärmenden Speicherfluids am Steigrohraustritt des Steigrohres aufweist. Hierdurch wird eine entsprechend hohe Speichertemperatur und eine hohe Leistungsziffer erzielt.

**[0024]** Ein typischer Anwendungs- bzw. Betriebsfall der erfindungsgemäßen Anlage ist die Trinkwassererwärmung, wobei das Wasser im temperaturgeschichteten Speicher der Anlage im Anfangszustand eine homogene Temperatur von z.B. 15°C besitzt. Nach Einschalten der als Arbeitsmittel Kohlendioxid beinhaltenden Wärmepumpe wird das im Speicher befindliche Wasser mit Hilfe des Hochtemperatur-Wärmeübertragers erwärmt. Durch diese Erwärmung erfährt das Wasser einen thermosiphonischen Auftrieb und fließt durch das im Speicher vorgesehene Steigrohr in den oberseitigen Speicherbereich. Hier bildet es aufgrund der geringen Dichte gegenüber dem kälteren Speicherwasser eine warme Wasserschicht aus. Ohne nennenswerte Durch-

mischung des warmen Wassers mit dem darunter befindlichen kalten Wasser wird der Speicher nach und nach erwärmt, bis schließlich die warme Wasserschicht auch den unteren Bereich des Speichers erreicht.

**[0025]** Um bei einer solchen Anlage der oben beschriebenen Art zuverlässig zu verhindern, dass die Temperatur des Speicherfluides am Steigrohraustritt in Abhängigkeit vom Ladezustand des Speichers und/oder in Abhängigkeit vom Betriebszustand der CO<sub>2</sub>-Wärmepumpe innerhalb eines bestimmten Bereiches schwankt, kann im Steigrohr zur Regelung des Volumenstromes des zu erwärmenden Speicherfluides eine Regelungseinrichtung vorgesehen sein. Bei dieser Regelungseinrichtung handelt es sich beispielsweise um ein Ventil, mit dem es möglich ist, den Volumenstrom im Steigrohr derartig zu regeln, dass sich unabhängig vom Ladezustand des Speichers und/oder unabhängig vom Betriebszustand der Wärmepumpe am Steigrohraustritt eine mindestens annähernd konstante Temperatur des Speicherfluides einstellt. Durch eine derartige Ausbildung wird in vorteilhafter Weise auch bei extremen Betriebspunkten der Anlage oder bei abgewandelten Konstruktionen derselben ein optimaler Volumenstrom des Speicherfluides ohne mechanische Antriebsmittel wie eine Pumpe o. dgl. gewährleistet.

**[0026]** Weitere Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines in der Zeichnung verdeutlichten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Anlage bzw. wesentlicher Einzelheiten derselben. Es zeigen:

Fig. 1 eine grafische Darstellung des Funktionszusammenhangs im Hochtemperatur-Wärmeübertrager zwischen der Temperatur und der Enthalpie eines konventionellen Wärmepumpen-Arbeitsmittels, von Kohlendioxid als Arbeitsmittel und des zu erwärmenden Fluides im Speicher der Anlage,

Fig. 2 eine Ausbildung des Speichers der Anlage, und

Fig. 3 in einer perspektivischen Ansicht eine Ausbildung des Hochtemperatur-Wärmeübertragers der Anlage gemäß Fig. 2 als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager.

**[0027]** Figur 1 zeigt den Funktionszusammenhang zwischen der Temperatur T und der Enthalpie H im Hochtemperatur-Wärmeübertrager einer Wärmepumpe mit einem konventionellen Kälte- bzw. Arbeitsmittel, der durch die Linie 10 verdeutlicht ist, im Vergleich zu Kohlendioxid als Arbeitsmittel, das durch die strichlierte Linie 12 zeichnerisch dargestellt ist. Mit der Bezugsziffer 14 ist in Figur 1 der Funktionszusammenhang zwischen der Temperatur T und der Enthalpie H des zu erwärmenden Fluides bezeichnet. Aus Figur 1 ist ersichtlich, dass - abgesehen von der Erhitzungs- und Unterkühlungs-

strecke - im Hochtemperatur-Wärmeübertrager einer Wärmepumpe mit einem konventionellen Kälte- bzw. Arbeitsmittel eine weitgehende konstante Kondensationstemperatur  $T_K$  vorliegt. Diese Kondensationstemperatur  $T_K$  ist über die Dampfdruckbeziehung eindeutig mit dem Kondensationsdruck verknüpft. In einem Hochtemperatur-Wärmeübertrager mit dem Arbeitsmittel Kohlendioxid liegt hingegen - wie die strichlierte Linie 12 verdeutlicht - eine kontinuierliche Temperaturabnahme, d. h. ein sog. Temperaturgleit, des Kohlendioxidgases vor. Die Temperatur des zu erwärmenden Arbeits- bzw. Nutz-Fluides nimmt mit der Enthalpie  $H$  linear proportional zu, was in Figur 1 durch die Linie 14 verdeutlicht ist. Die speziellen Vorteile von Kohlendioxid gegenüber konventionellen Kältemitteln liegen in der hohen Umweltverträglichkeit. Außerdem können bei der Erwärmung eines Fluids auf über 50°C höhere Leistungsziffern erreicht werden als bei konventionellen Kompressionswärmepumpen. Bei zu erzielenden Fluidtemperaturen von über 65°C können - im Gegensatz zu Kohlendioxid - konventionelle Kältemittel nicht mehr sinnvoll eingesetzt werden. Wie an den speziellen Temperaturverläufen im Hochtemperatur-Wärmeübertrager deutlich wird, ist es für konventionelle Kältemittel thermodynamisch günstig, das zu erwärmende Fluid mit dem geringen Temperaturgleit zu erwärmen, da sich in diesem Fall der Temperaturverlauf des zu erwärmenden Fluids besser an den weitgehend konstanten Temperaturverlauf des kondensierten konventionellen Kältemittels anpasst. Wegen des hohen Temperaturgleits von Kohlendioxid ist entsprechend ein hoher Temperaturgleit des zu erwärmenden Fluids thermodynamisch günstig, wie bereits ausgeführt worden ist.

**[0028]** Figur 2 zeigt eine Ausbildung des Speichers 20 in einer schematischen Schnittdarstellung. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 ist als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager 42 ausgebildet, wie er auch in Figur 3 in einer perspektivischen Darstellung gezeichnet ist. Derartige Lamellenrohrbündel-Wärmetauscher sind an sich bekannt, so dass hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

**[0029]** Der als Lamellenrohrbündel-Wärmetauscher 42 ausgebildete Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 ist mittels einer Anschlussleitung 44 mit einem Verdichter einer Wärmepumpe verbunden. Die Anschlussleitung 44 erstreckt sich von einem Steigrohraustritt 38 axial, vorzugsweise koaxial, durch ein Steigrohr 36 nach unten in einen Behälter 34 hinein und ist dort an einen Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 der Wärmepumpe angeschlossen. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 ist mit einer Expansionseinrichtung der Wärmepumpe mittels einer Rückleitung verbunden, die eine Rohrschlange 48 aufweist. Die Rohrschlange 48 ist in Figur 2 in einer Seitenansicht einfach als Linie und darunter in einer Drauf- bzw. Unteransicht als Schlangenlinie verdeutlicht. Die Rohrschlange 48 ist im bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 unterhalb des Hochtemperatur-Wärmeübertragers 24 und unterhalb des

glockenförmigen, unterseitig offenen Behälters 34 angeordnet. Die Rohrschlange 48 kann bspw. auch im Behälter 34 vorgesehen sein.

## Patentansprüche

1. Anlage mit einer Wärmepumpe (18), die einen Verdichter (22), einen Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24), eine Expansionseinrichtung (26) und einen Niedertemperatur-Wärmeübertrager (28) aufweist, die in einem Kreis miteinander verbunden und von einem Arbeitsmittel durchflossen sind, und mit einem ein Speicherfluid (32) enthaltenden temperaturgeschichteten Speicher (20), in dessen bodenseitigem Bereich (30) der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) der Wärmepumpe (18) angeordnet ist, wobei der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) ein Gegenstrom-Wärmeübertrager ist, der in einem Behälter (34) vorgesehen ist, an den oberseitig strömungstechnisch ein Steigrohr (26) anschließt, das sich mit einem Steigrohraustritt (38) zum oberseitigen Bereich (40) des Speichers (20) erstreckt,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Arbeitsmittel der Wärmepumpe (18) Kohlendioxid ist, und dass der Verdichter (22) mittels einer Anschlussleitung (44) mit dem Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) verbunden ist, die sich vom Steigrohraustritt (38) axial durch das Steigrohr (36) nach unten erstreckt.
2. Anlage nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Anschlussleitung (44) sich koaxial durch das Steigrohr (36) erstreckt.
3. Anlage nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) mit der Expansionseinrichtung (26) mittels einer Rückleitung (46) verbunden ist, die eine Rohrschlange (48) aufweist, die im bodenseitigen Bereich (30) des Speichers (20) unterhalb des Hochtemperatur-Wärmeübertragers (24) und unterhalb des Behälters (34) angeordnet ist.
4. Anlage nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Rohrschlange (48) in mindestens einer Ebene angeordnet ist, die zum Boden des Speichers (20) mindestens annähernd parallel vorgesehen ist.
5. Anlage nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) ein Kreuzgegenstrom-Wärmeübertrager ist.

6. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) in einem unterseitig offenen, glockenförmigen Behälter (34) vorgesehen ist. 5
7. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager (42) ausgebildet ist. 10

## Claims

1. Installation with a heat pump (18), which has a compressor (22), a high-temperature heat exchanger (24), an expansion device (26) and a low-temperature heat exchanger (28), which are connected to one another in a circuit and through which a working medium flows, and with a temperature-stratified accumulator (20) which contains an accumulator fluid (32) and in the bottom-side region (30) of which is arranged the high-temperature heat exchanger (24) of the heat pump (18), the high-temperature heat exchanger (24) being a countercurrent heat exchanger provided in a vessel (34) which has adjoining it fluidically on the top side a riser pipe (26) which extends with a riser-pipe outlet (38) to the top-side region (40) of the accumulator (20), **characterized in that** the working medium of the heat pump (18) is carbon dioxide, and **in that** the compressor (22) is connected to the high-temperature heat exchanger (24) by means of a connecting line (44) which extends axially downwards from the riser-pipe outlet (38) through the riser pipe (36). 20 25 30 35
2. Installation according to Claim 1, **characterized in that** the connecting line (44) extends coaxially through the riser pipe (36). 40
3. Installation according to Claim 1, **characterized in that** the high-temperature heat exchanger (24) is connected to the expansion device (26) by means of a return line (46) which has a pipe coil (48) which is arranged in the bottom-side region (30) of the accumulator (20) below the high-temperature heat exchanger (24) and below the vessel (34). 45
4. Installation according to Claim 3, **characterized in that** the pipe coil (48) is arranged in at least one plane which is provided at least approximately parallel to the bottom of the accumulator (20). 50
5. Installation according to Claim 1, **characterized in that** the high-temperature heat exchanger (24) is a cross-countercurrent heat exchanger. 55

6. Installation according to Claim 1, **characterized in that** the high-temperature heat exchanger (24) is provided in a bell-shaped vessel (34) open on the underside.
7. Installation according to Claim 1, **characterized in that** the high-temperature heat exchanger (24) is designed as a finned tube bundle heat exchanger (42).

## Revendications

1. Installation avec une pompe à chaleur (18) qui comprend un compresseur (22), un échangeur de chaleur à haute température (24), un équipement à expansion (26) et un transmetteur de chaleur à basse température (28) qui sont reliés entre eux dans un circuit et traversés par une substance active, et avec un accumulateur à stratification thermique (20) contenant un fluide accumulateur (32) dans la zone du fond (30) duquel est disposé l'échangeur de chaleur à haute température (24) de la pompe à chaleur (18), l'échangeur de chaleur à haute température (24) étant un échangeur de chaleur à contre-courant qui est prévu dans un réservoir (34) sur la partie supérieure duquel un tube montant (26) qui s'étend vers la zone supérieure (40) de l'accumulateur (20) avec une sortie de tube montant (38) est raccordé conformément à la technique des fluides **caractérisée en ce que** la substance active de la pompe à chaleur (18) est du dioxyde de carbone et **en ce que** le compresseur (22) est relié à l'échangeur de chaleur à haute température (24) au moyen d'une conduite de raccordement (44) qui s'étend axialement vers le bas à partir de la sortie du tube montant (38) en traversant le tube montant (36). 15 20 25 30 35
2. Installation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la conduite de raccordement (44) s'étend de manière coaxiale à travers le tube montant (36). 40
3. Installation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'échangeur de chaleur à haute température (24) est relié à l'équipement à expansion (26) par une conduite de retour (46) qui comporte un serpentín (48) qui est disposé dans la zone du fond (30) de l'accumulateur (20) en dessous de l'échangeur de chaleur à haute température (24) et en dessous du réservoir (34). 45 50
4. Installation selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le serpentín (48) est disposé au moins à un niveau qui est prévu pour être au moins presque 55

parallèle au fond du réservoir (20).

5. Installation selon la revendication 1,

**caractérisée en ce que**

l'échangeur de chaleur à haute température (24) est un échangeur de chaleur à contre-courant croisé. 5

6. Installation selon la revendication 1,

**caractérisée en ce que**

l'échangeur de chaleur à haute température (24) est prévu dans un réservoir (34) en forme de cloche ouvert du côté inférieur. 10

7. Installation selon la revendication 1,

**caractérisée en ce que**

l'échangeur de chaleur à haute température (24) est conçu comme échangeur de chaleur à faisceau tubulaire à lamelles (42). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

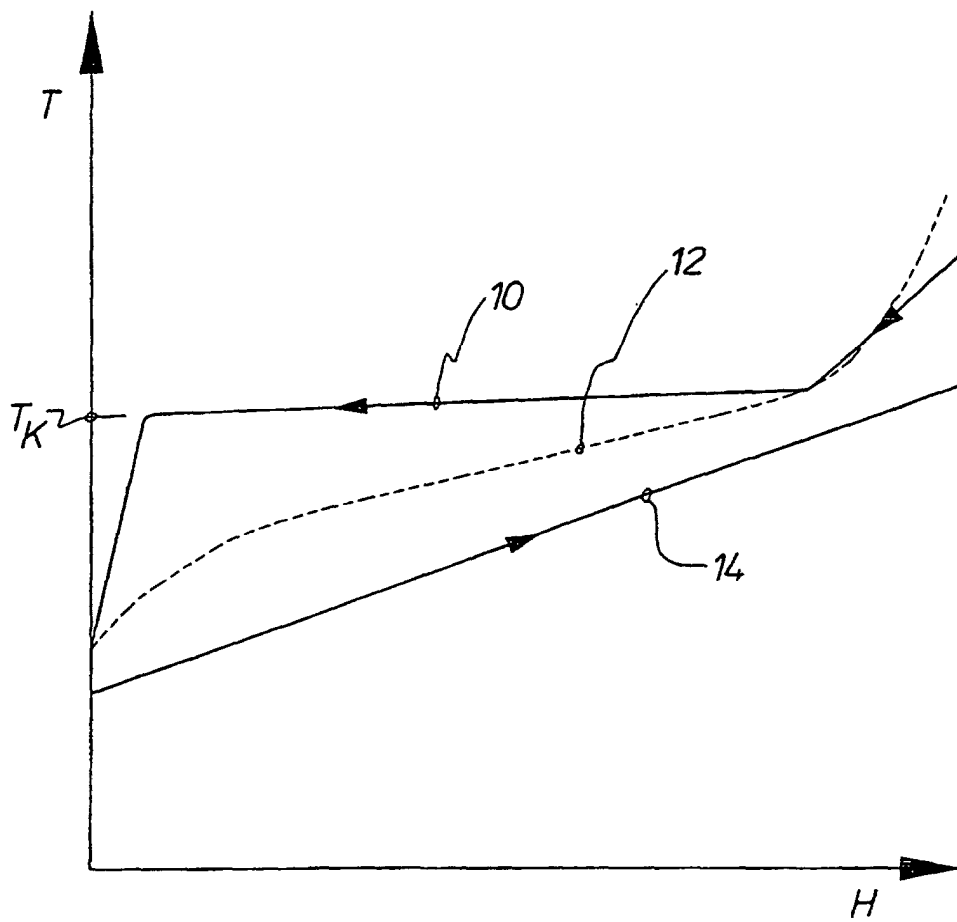


FIG. 1



