



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 969 255 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

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

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

(21) Anmeldenummer: **99111775.5**

(22) Anmeldetag: **18.06.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

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

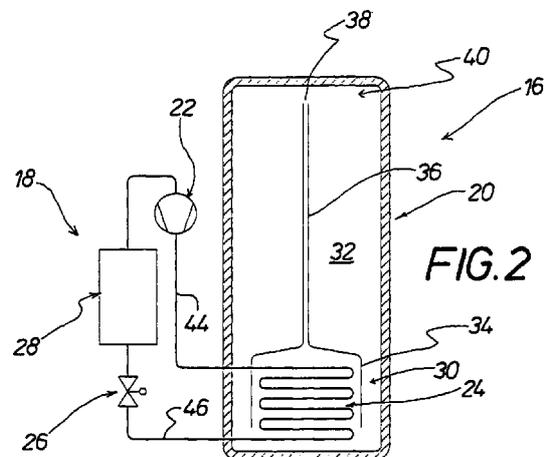
(71) Anmelder: **Konvecta AG  
34613 Schwalmstadt (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Köhler, Jürgen  
35039 Marburg (DE)**  
• **Lembke, Nicholas  
35037 Marburg (DE)**  
• **Tegethoff, Wilhelm  
35037 Marburg (DE)**

(74) Vertreter:  
**LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ & SEGETH  
Postfach 3055  
90014 Nürnberg (DE)**

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

(57) Es wird eine Anlage (16) mit einer Wärmepumpe (18) und einem ein Speicherfluid (32) enthaltenden Speicher (20) beschrieben. Die Wärmepumpe (18) weist einen Verdichter (22), einen Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24), eine Expansionseinrichtung (26) und einen Niedertemperatur-Wärmeübertrager (28) auf, die in einem Kreis miteinander verbunden und von Kohlendioxid als Arbeitsmittel durchflossen sind. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) der Wärmepumpe (18) ist im bodenseitigen Bereich (30) des temperaturgeschichteten Speichers (20) angeordnet. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) ist ein Gegenstrom-Wärmeübertrager, der in einem Behälter (34) vorgesehen ist. An den Behälter (34) schließt oberseitig strömungstechnisch ein Steigrohr (36) an, das sich mit einem Steigrohraustritt (38) zum oberseitigen Bereich (40) des Speichers (20) erstreckt. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) ist vorzugsweise als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager (42) ausgebildet. Im Steigrohr (36) kann zur Regelung des Volumensstromes des zu erwärmenden Speicherfluides (32) eine Regelungseinrichtung (50) vorgesehen sein.



**EP 0 969 255 A2**

## 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.

**[0002]** Eine derartige Anlage ist bspw. aus dem Prospekt der Fa. Blomberg-Vertriebsgesellschaft mbH, 59229 Ahlen: "WARMWASSER WÄRMEPUMPEN und WARMWASSER SPEICHER", 3. Aufl., 2/95, bekannt. Bei dieser bekannten Anlage ist der Hochtemperatur-Wärmeübertrager als Glattrohr-Wärmeaustauscher ausgebildet. Desweiteren ist es bekannt, solche Glattrohre 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 Kaltwasseranschluß ausgerüsteten Behälters 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 einen 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]** 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 Nutzttemperatur verläßt, wobei der Hochtemperatur-Wärmeübertrager kompakt ausgebildet ist und über ein hohes Wärmeübertragungsvermögen verfügt, und wobei zum Antrieb des Volumenstromes des zu erwärmenden Speicher-

fluids mechanische Antriebsmittel, wie eine Pumpe, entbehrlich sind.

**[0010]** Diese Aufgabe wird bei einer Anlage der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Hochtemperatur-Wärmeübertrager ein Gegenstrom-Wärmeübertrager ist, der in einem zugehörigen Behälter vorgesehen ist, an den oberseitig strömungstechnisch ein Steigrohr anschließt, das sich mit einem Steigrohraustritt zum oberseitigen Bereich des Speichers erstreckt, und daß das Arbeitsmittel der Wärmepumpe Kohlendioxid ist. 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 Nutzwärmetemperatur.

**[0011]** 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.

**[0012]** 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.

**[0013]** Das zu erwärmende Speicherfluid kommt aus dem unter- d.h. bodenseitigen Bereich des temperaturgeschichteten Speichers und das erwärmte Speicherfluid wird im davon entfernten oberseitigen Bereich des

Speichers wieder eingeschichtet.

**[0014]** 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.

**[0015]** Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn bei der erfindungsgemäßen Anlage der Hochtemperatur-Wärmeübertrager als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager ausgebildet ist. Ein solche 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. Speichertemperatur erwärmt. Andererseits muß der thermosiphonische Volumenstrom des zu erwärmenden Speicherfluides groß genug sein, um das Arbeitsmittel der Wärmepumpe bildende Kohlendioxid hinreichend tief abzukühlen.

**[0016]** Erfindungsgemäß besitzt das Steigrohr 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.

**[0017]** Zur weiteren Verbesserung bzw. Optimierung des thermosiphonischen Antriebs und zur materialsparenden Vergrößerung der Gegenstrom- bzw. Kreuzgegenstromwärmeübertragungsfläche zwischen dem Kohlendioxid der Wärmepumpe und dem zu erwärmenden Speicherfluid im mit der Wärmepumpe verbundenen Speicher kann der Verdichter der Wärmepumpe mittels einer Anschlußleitung mit dem Hochtemperatur-Wärmeübertrager verbunden sein, die sich vom Steigrohraustritt axial durch das im Speicher vorgesehene Steigrohr nach unten erstreckt.

**[0018]** Bei einer solchen Ausbildung der zuletzt genannten Art ist es bevorzugt, wenn die Anschlußleitung sich koaxial durch das Steigrohr erstreckt.

**[0019]** Zur verbesserten Abkühlung des Kohlendi-

oxids und zur materialsparenden Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche des Hochtemperatur-Wärmeübertrager kann dieser mit der Expansionseinrichtung der Wärmepumpe mittels einer Rückleitung verbunden sein, die eine Rohrschlange aufweist. Die Rohrschlange kann im bodenseitigen Bereich des Speichers unterhalb des Hochtemperatur-Wärmeübertrager und unterhalb des Behälters im Speicher angeordnet sein. 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.

**[0020]** 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-Wärmeübertrager 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 Durchmischung 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.

**[0021]** 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.

**[0022]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile 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 Funktionszusammenhanges 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 schematisch in einer Schnittdarstellung eine Ausbildung der Anlage mit einer Wärmepumpe und einem Speicher,

Fig. 3 in einer der Fig. 2 ähnlichen Darstellung eine bevorzugte zweite Ausbildung des Speichers der Anlage,

Fig. 4 in einer perspektivischen Ansicht eine Ausbildung des Hochtemperatur-Wärmeübertragers der Anlage gemäß Fig. 3 als Lamellenrohrbündelwärmeübertrager, und

Fig. 5 eine weitere Ausbildung der Anlage in einer der Fig.2 ähnlichen Darstellung.

**[0023]** Fig. 1 zeigt in einer grafischen Darstellung 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 Arbeitsmitteln, das durch die strichlierte Linie 12 zeichnerisch dargestellt ist. Mit der Bezugsziffer 14 ist in Fig. 1 der Funktionszusammenhang zwischen der Temperatur T und der Enthalpie H des zu erwärmenden Fluides bezeichnet. Aus Fig.1 ist ersichtlich, daß - abgesehen von der Enthitzungs- und Unterkühlungsstrecke - 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. Nutzfluides nimmt mit der Enthalpie H linear proportional zu, was in Fig. 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 spezifischen Temperaturverläufen im Hochtem-

peratur-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 Temperanturverlauf 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.

**[0024]** Die Fig. 2 verdeutlicht in einer Block- bzw. Schnittdarstellung schematisch eine Ausbildung der Anlage 16, die eine Wärmepumpe 18 und einen Speicher 20 aufweist. Die Wärmepumpe 18 weist einen Verdichter 22, einen Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24, eine Expansionseinrichtung 26 und einen Nieder-  
 5 temperatur-Wärmeübertrager 28 auf. Der Verdichter 22, der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24, die Expansi-  
 10 onseinrichtung 26 und der Nieder-  
 15 temperatur-Wärmeübertrager 28 sind in einem Kreis miteinander verbunden und von einem Arbeitsmittel durchflossen, bei dem es sich um Kohlendioxid handelt.

**[0025]** Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 der Wärmepumpe 18 ist im bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 angeordnet. Der Speicher 20 ist mit einem Speicherfluid 32 gefüllt, er weist einen nicht gezeichneten Zu- und Ablauf für das Speicherfluid 32 auf.

**[0026]** Der im bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 vorgesehene Nieder-  
 20 temperatur-Wärmeüber-  
 25 trager 24 ist z.B. in einem unterseitig offenen, glockenförmigen Behälter 34 angeordnet und als Gegenstrom-Wärmetauscher, vorzugsweise als Kreuz-  
 30 gegenstrom-Wärmetauscher, dimensioniert. An den Behälter 34 schließt oberseitig strömungstechnisch ein Steigrohr 36 an, das sich mit einem Steigrohrabschnitt 38 zum oberseitigen Bereich 40 des Speichers 20 erstreckt. Bei dem mit dem Speicherfluid 32 gefüllten Speicher 20 der Anlage 16 handelt es sich um einen temperaturschichteten Speicher, d.h. das erwärmte Speicherfluid 32 wird im Steigrohr 36 thermosiphonisch nach oben transportiert. Das erwärmte Speicherfluid 32 bildet aufgrund seiner relativ geringen Dichte gegenüber dem am bodenseitigen Bereich 30 befindlichen kälteren Speicherfluid 32 im oberseitigen Bereich 40 eine warme Speicherfluidschicht aus. Ohne nennenswerte Durchmischung des warmen mit dem kalten Speicherfluid 32 wird das Speicherfluid 32 im Speicher 20 nach und nach von oben nach unten erwärmt, bis schließlich das warme Speicherfluid 32 auch den bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 erreicht.

**[0027]** Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausbildung des Speichers 20 in einer der Fig. 2 ähnlichen schematischen Schnittdarstellung. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 ist hierbei als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager 42 ausgebildet, wie er auch in Fig. 4 in einer perspektivischen Darstellung gezeichnet ist. Derartige Lamellenrohrbündel-Wärmetauscher sind an

sich bekannt, so daß hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

**[0028]** Der als Lamellenrohrbündel-Wärmetauscher 42 ausgebildete Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 ist mittels einer Anschlußleitung 44 mit dem Verdichter 22 (sh. Fig. 2) verbunden. Diese Anschlußleitung 44 erstreckt sich vom Steigrohraustritt 38 axial, vorzugsweise koaxial, durch das Steigrohr 36 nach unten in den Behälter 34 hinein und ist dort an den Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 angeschlossen. Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 ist mit der Expansionseinrichtung 26 (sh. Fig. 2) mittels einer Rückleitung 46 verbunden, die - wie aus Fig. 3 ersichtlich ist - eine Rohrschlange 48 aufweist. Diese Rohrschlange 48 ist in Fig. 3 in einer Seitenansicht einfach als Linie und darunter in einer Drauf- bzw. Unteransicht als Schlangenlinie verdeutlicht. Die Rohrschlange 48 ist bei dieser Ausbildung im bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 unterhalb des Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 und unterhalb des glockenförmigen, unterseitig offenen Behälters 34 angeordnet. Die Rohrschlange 48 kann bspw. auch im Behälter 34 vorgesehen sein.

**[0029]** Fig. 5 verdeutlicht in einer Block- bzw. Schnittdarstellung schematisch eine Ausführungsform der Anlage 16, die eine Wärmepumpe 18 und einen Speicher 20 aufweist. Die Wärmepumpe 18 weist einen Verdichter 22, einen Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24, eine Expansionseinrichtung 26 und einen Nieder-  
 25 temperatur-Wärmeübertrager 28 auf. Der Verdichter 22, der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24, die Expansi-  
 30 onseinrichtung 26 und der Nieder-  
 35 temperatur-Wärmeübertrager 28 sind in einem Kreis miteinander verbunden und von Kohlendioxid als Arbeitsmittel durchflossen.

**[0030]** Der Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 der Wärmepumpe 18 ist im bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 der Anlage 16 angeordnet. Der Speicher 20 ist mit einem Speicherfluid 32 gefüllt, er weist einen nicht gezeichneten Zu- und Ablauf für das Speicherfluid 32 auf.

**[0031]** Der im bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 vorgesehene Hochtemperatur-Wärmeübertrager 24 ist in einem unterseitig offenen, glockenförmigen Behälter 34 angeordnet und als Gegenstrom-Wärmetauscher dimensioniert. Vorzugsweise handelt es sich hierbei um einen sog. Kreuzgegenstrom-Wärmetauscher.

**[0032]** An den Behälter 34 schließt sich oberseitig ein Steigrohr 36 an, das sich mit einem Steigrohraustritt 38 zum oberseitigen Bereich 40 des Speichers 20 erstreckt. Bei dem mit dem Speicherfluid 32 gefüllten Speicher 20 der Anlage 16 handelt es sich um einen temperaturschichteten Speicher, bei welchem das erwärmte Speicherfluid 32 im Steigrohr 36 thermosiphonisch nach oben transportiert wird.

**[0033]** Das erwärmte Speicherfluid 32 bildet aufgrund seiner relativ geringen Dichte gegenüber dem im bodenseitigen Bereich 30 befindlichen kälteren Spei-

cherfluid 32 im oberseitigen Bereich 40 des Speichers 20 eine warme Speicherfluid-Schicht aus. Ohne nennenswerte Durchmischung des warmen mit dem kalten Speicherfluid 32 wird das Speicherfluid 32 im Speicher nach und nach von oben nach unten erwärmt, bis schließlich das warme speicherfluid 32 auch den bodenseitigen Bereich 30 des Speichers 20 erreicht.

**[0034]** Im Steigrohr 36 ist zur Regelung des Volumensstromes des zu erwärmenden Speicherfluides 32 eine Regelungseinrichtung 50 vorgesehen, bei der es sich um ein Ventil handeln kann.

#### 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, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) ein Gegenstrom-Wärmeübertrager ist, der in einem Behälter (34) vorgesehen ist, an den oberseitig strömungstechnisch ein Steigrohr (36) anschließt, das sich mit einem Steigrohraustritt (38) zum oberseitigen Bereich (40) des Speichers (20) erstreckt, und daß das Arbeitsmittel der Wärmepumpe (18) Kohlendioxid ist.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) ein Kreuzgegenstrom-Wärmeübertrager ist.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) in einem unterseitig offenen, glockenförmigen Behälter (34) vorgesehen ist.
4. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) als Lamellenrohrbündel-Wärmeübertrager (42) ausgebildet ist.
5. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steigrohr (36) einen derartigen lichten Innenguerschnitt und eine derartige axiale Längenabmessung besitzt, daß sein thermosiphonischer Strömungs-Druckabfall einen Volumenstrom mit niedriger Austrittstemperatur des Wärmepumpen-Arbeitsmittels und mit hoher Austrittstemperatur des zu erwärmenden Speicherfluides (32) am Steigrohraustritt (38) des Steigrohres (36) aufweist.
6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, 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.
7. Anlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anschlußleitung (44) sich koaxial durch das Steigrohr (36) erstreckt.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) mit der Expansionseinrichtung (26) mittels einer Rückleitung (46) verbunden ist, die eine Rohrschlange (48) aufweist.
9. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrschlange (48) im bodenseitigen Bereich (30) des Speichers (20) unterhalb des Hochtemperatur-Wärmeübertrager (24) und unterhalb des Behälters (34) angeordnet ist.
10. Anlage nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrschlange (48) in mindestens einer Ebene angeordnet ist, die zum Boden des Speichers (20) mindestens annähernd parallel vorgesehen ist.
11. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Steigrohr (36) zur Regelung des Volumensstromes des zu erwärmenden Speicherfluides (32) eine Regelungseinrichtung (50) vorgesehen ist.
12. Anlage nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelungseinrichtung (50) den Volumenstrom im Steigrohr (36) derartig regelt, daß sich unabhängig vom Ladezustand des Speichers (20) und/oder unabhängig vom Betriebszustand der Wärmepumpe (18) am Steigrohraustritt (38) eine mindestens annähernd konstante Temperatur des Speicherfluides (32) einstellt.

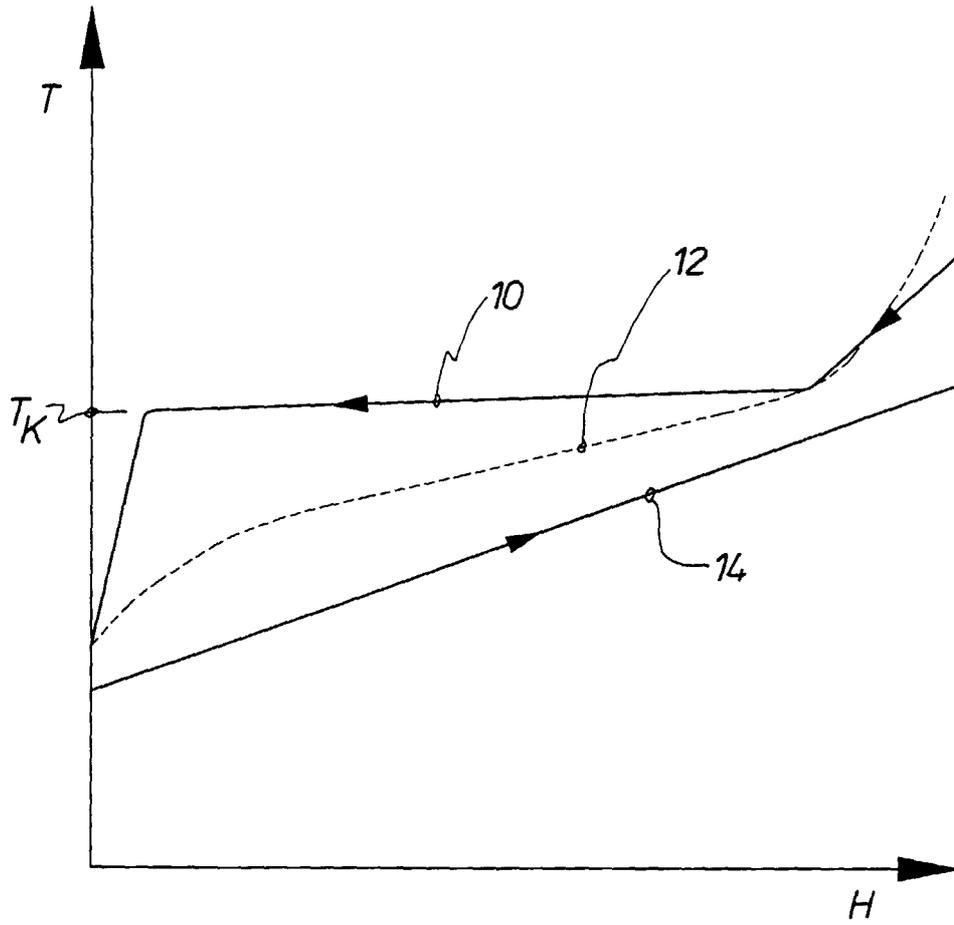
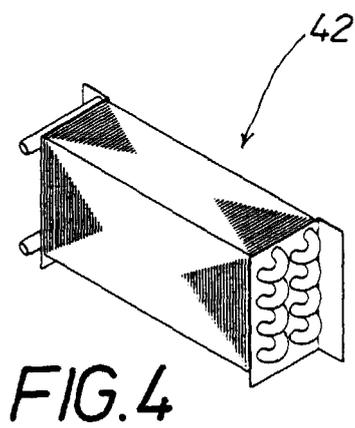
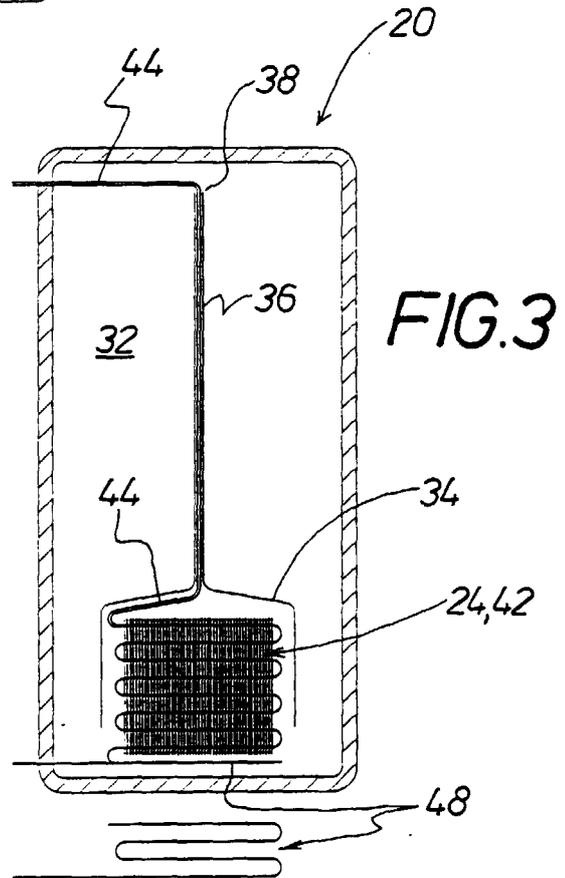
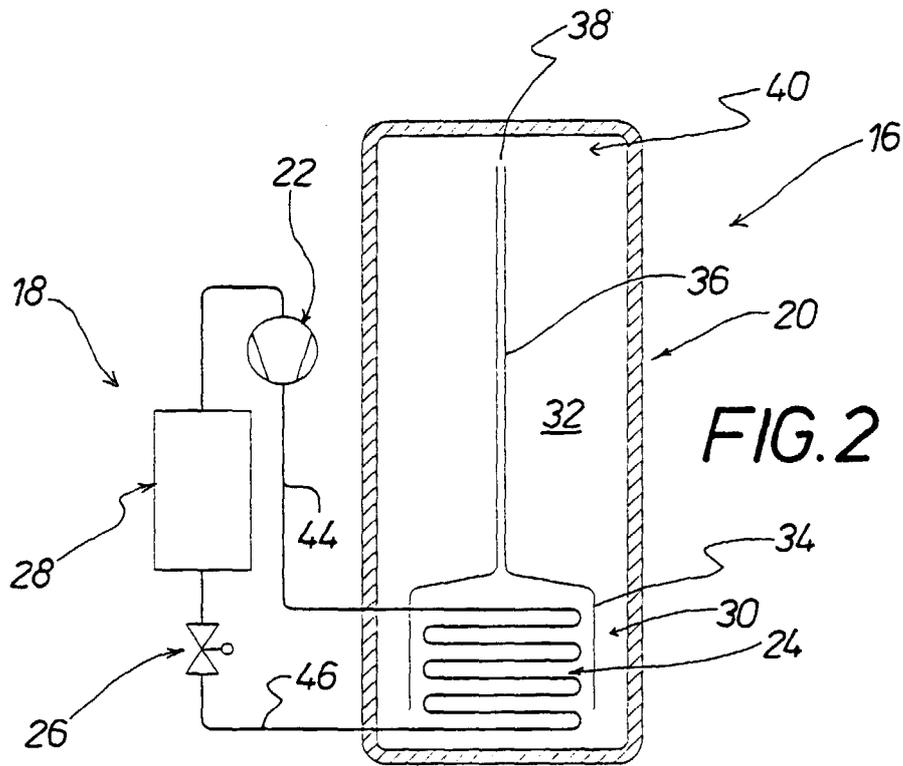


FIG. 1



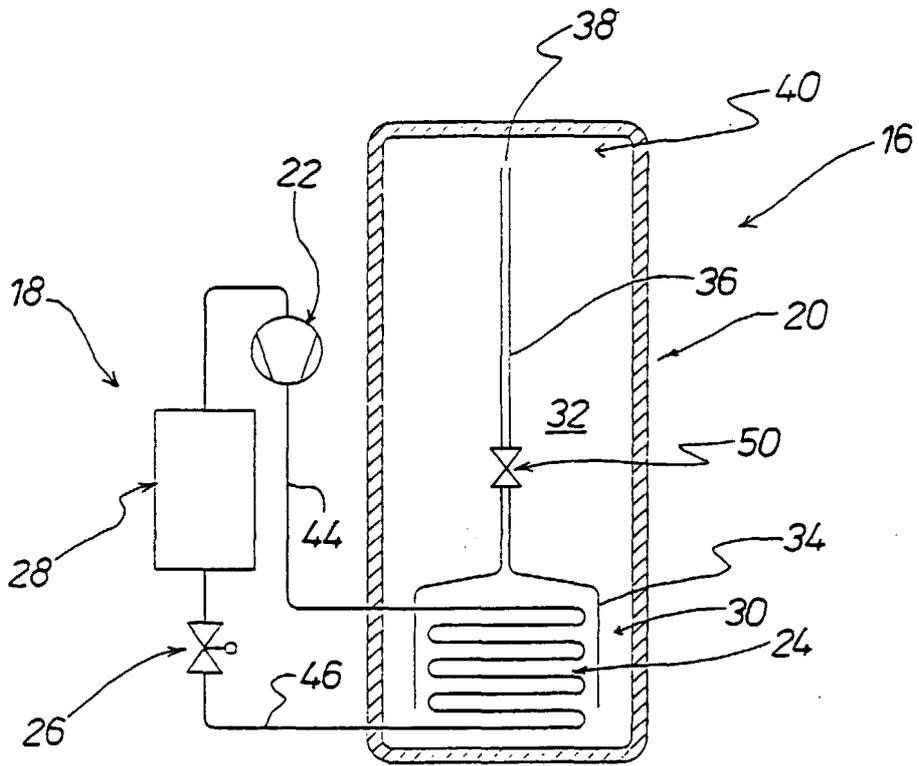


FIG. 5