

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 445/2011
(22) Anmeldetag: 30.03.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2011

(51) Int. Cl. : **F25B 9/00** (2006.01)

(30) Priorität:
31.03.2010 DE 102010003564 beansprucht.

(73) Patentanmelder:
HAFNER-MUSCHLER GMBH & CO. KG
D-72336 BALINGEN (DE)

(54) **TRANSKRITISCHES CO₂ WÄRME-KÄLTE-VERBUNDSYSTEM**

(57) Ein System (1) zur gleichzeitigen Erzeugung von Kälte und Wärme mittels CO₂ -betriebener Elemente mit einer Verdampferstufe, umfassend einen oder mehrere parallel geschaltete Verdampfer, in denen flüssiges CO₂ in die Gasphase expandiert, wodurch der Umgebung Wärme entzogen wird, mit einer ersten Verdichterstufe (4a, 4b, 4c), in der das gasförmige CO₂ wieder komprimiert und dadurch erwärmt wird, mit einem Außenkühler (7), der Wärme an die Atmosphäre abgibt und mit einem dem Außenkühler nachgeschalteten Sammler (10) zur Entspannung und Kondensation des CO₂, ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Außenkühler und dem Sammler ein Nachkühler (8) sowie ein Regelventil (9) zur Druckregelung des CO₂ - Kreislaufs angeordnet sind. Ein derartiges Wärme-Kälte-Verbundsystem arbeitet ausschließlich mit umweltfreundlichem CO₂ und ganzjährig wirtschaftlich.

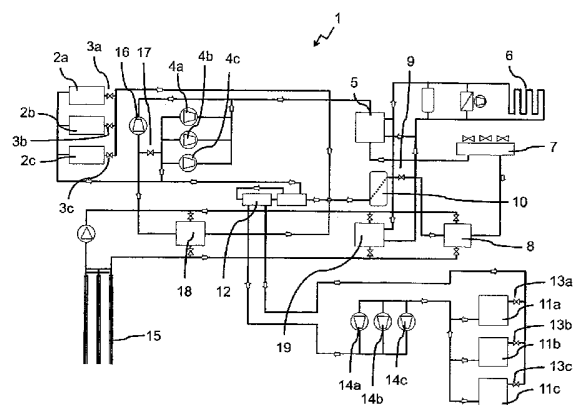


Fig. 1

003056

Patentanwälte
Dipl.-Ing. Helmut Hübscher
Dipl.-Ing. Karl Winfried Hellmich
Spittelwiese 7, A 4020 Linz

(37883) HEL

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Ein System (1) zur gleichzeitigen Erzeugung von Kälte und Wärme mittels CO_2 – betriebener Elemente mit einer Verdampferstufe, umfassend einen oder mehrere parallel geschaltete Verdampfer, in denen flüssiges CO_2 in die Gasphase expandiert, wodurch der Umgebung Wärme entzogen wird, mit einer ersten Verdichterstufe (4a, 4b, 4c), in der das gasförmige CO_2 wieder komprimiert und dadurch erwärmt wird, mit einem Außenkühler (7), der Wärme an die Atmosphäre abgibt und mit einem dem Außenkühler nachgeschalteten Sammler (10) zur Entspannung und Kondensation des CO_2 , ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Außenkühler und dem Sammler ein Nachkühler (8) sowie ein Regelventil (9) zur Druckregelung des CO_2 – Kreislaufs angeordnet sind. Ein derartiges Wärme-Kälte-Verbundsystem arbeitet ausschließlich mit umweltfreundlichem CO_2 und ganzjährig wirtschaftlich.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft ein System zur gleichzeitigen Erzeugung von Kälte und Wärme mittels CO₂ – betriebener Elemente mit einer Verdampferstufe, umfassend einen oder mehrere parallel geschaltete Verdampfer, in denen flüssiges CO₂ in die Gasphase expandiert, wodurch der Umgebung Wärme entzogen wird, mit einer ersten Verdichterstufe, in der das gasförmige CO₂ wieder komprimiert und dadurch erwärmt wird, mit einem Außenkühler, der Wärme an die Atmosphäre abgibt und mit einem dem Außenkühler nachgeschalteten Sammler zur Entspannung und Kondensation des CO₂.

Ein solches System ist etwa durch Arias und Lundqvist (Jaime Arias, Per Lundqvist; Energy and Buildings; 2006, 38, 73 – 81) bekannt.

Im Lebensmittelhandel und der einschlägigen Logistikwirtschaft werden für die Kundenpräsentation und Lagerung von temperaturempfindlichen Lebensmittel Temperaturen benötigt, die eine ganzjährige Kühlung erfordern. Im Lebensmittel-einzelhandel werden bevorzugt Kühlmöbel zur Präsentation von kühlbedürftigen Waren eingesetzt. Im Großhandel und in Logistikbetrieben stehen dagegen Kühlräume mit unterschiedlichen Lagertemperaturen zur Verfügung. Unabhängig davon müssen Räume, in denen sich Menschen aufhalten so temperiert sein, dass die geltenden Komfortgrenzen eingehalten werden.

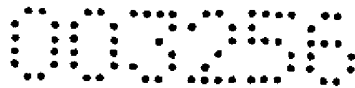
In herkömmlicher Bauweise werden getrennte Systeme für die Raumwärmeeerzeugung und zur Kälteversorgung der Kühlmöbel oder Kühlräume ausgeführt. Für die Erzeugung von Heizwärme kommen üblicherweise herkömmliche Energieträger

wie Erdgas oder Heizöl zum Einsatz. Eine separat installierte Verbundkälteanlage liefert die für die Produktlagerung erforderliche Kühlenergie. Ein Nebenprodukt der Kälteerzeugung ist Wärmeenergie, die bei Einsatz einer Wärmerückgewinnung oft nur zur Trinkwassererwärmung oder Luftvorwärmung der Lüftungsanlage genutzt wird.

Die geothermisch gestützte Verbundtechnik integriert die Kälte- und Wärmeerzeugung in ein ganzheitliches Energiekonzept. Der Lösungsansatz besteht in einem kältegeführten geothermisch gestützten Energieverbund, in den sämtliche Wärme- und Kälteverbraucher, externe Wärmesenke und Wärmequelle gekoppelt sind. Die von den Kühlstellen angeforderte Kälteenergie wird als Wärmeenergie nach Durchlaufen des Carnot-Prozesskreislaufs ausschließlich dem Gebäude zur Verfügung gestellt. Erst wenn der Wärmebedarf des Gebäudes gedeckt ist, gelangt die Abwärme aus dem Kälteprozess über den Außenkondensator in die Atmosphäre. Die Kondensationstemperatur des Kältekreislaufes muss aber regeltechnisch auf ein Temperaturniveau eingestellt werden, das geringfügig oberhalb der gewünschten Nutzwärmetemperatur liegt.

Die Carnot-Leistungszahl η (= COP, coefficient of performance) ist das Verhältnis von nutzbarer Wärme- bzw. Kälteleistung zu eingesetzter Leistung. Der COP, bezogen auf die reine Kälteerzeugung, verschlechtert sich bei niedrigen Außentemperaturen zwar, wenn jedoch die Nutzwärme und die Nutzkälte dem Aufwand gegenüber gestellt werden, dann verbessert sich der COP deutlich.

Eine Geothermieranlage, bestehend aus erdgekoppelten Wärmeaustauschern (Erdwärmesonden, Energiepfähle) oder einem Grundwasserbrunnen, dient im Winter als zusätzliche Wärmequelle, wenn die Kälteanlage nicht genügend Wärme bereitstellen kann. In diesem Fall entzieht die zusätzliche Geo-Verbundstufe dem Erdreichwärmee Austauscher die zusätzlich erforderliche Wärmeenergie und erhöht dadurch die Gesamtleistung des gemeinsamen Heizkondensators. Das Temperaturniveau des Fluidkreislaufes der Geothermieranlage dient zusätzlich dazu das Kältemittel nach dem Phasenwechsel (Kondensation) weiter abzukühlen. Die dem Kältepro-



zess bei der Unterkühlung entzogene Wärmenergie wird zur Regeneration dem Erdreich zugeführt.

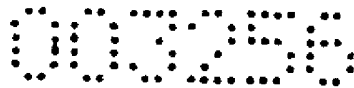
Die Kondensationswärme der Kälteerzeugung wird verwendet, um die Wärmebedarfe für Raumbeheizung und Trinkwassererwärmung zu decken. Reicht die Abwärme nicht aus um die Wärmebedarfe zu decken, wird dem thermischen Erdspeicher Wärme entzogen und von einer integrierten Wärmepumpenstufe auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht, mit dem Gebäudebereiche wie Büro- und Verkaufsräume beheizt werden können. Ein zusätzlicher Wärmeerzeuger (zum Beispiel ein Heizkessel) ist nicht erforderlich.

Besteht kein Wärmebedarf im Gebäude wird die Abwärme der Kühlprozesse über den Kondensator an die Umgebung abgegeben.

Die Geothermie wird als saisonaler Wärmespeicher verwendet. Den Kälteprozessen wird Wärme entzogen und dem Erdsondenfeld zugeführt. Dadurch erhöht sich die Temperatur des Erdreichs um die Sonden. An den kältesten Tagen des Jahres wird dem Erdreich Wärme zur Gebäudebeheizung entzogen.

Die Auslegung der Anlagen sieht eine ausgeglichene Wärmebilanz des Erdreichs vor. Das bedeutet, die jährlichen Wärmeeinträge und der -entzüge sind ähnlich groß. Somit findet keine langfristige Aufheizung oder Abkühlung des Erdreichs statt und die von den Wasserschutzbehörden häufig vorgeschriebene, ausgeglichene Wärmebilanz des Erdreichs kann erfüllt werden.

Die Kältemaschinen der Tiefkälte- (=TK) und Normalkälte- (=NK) Stufe arbeiten in einer Kaskadeschaltung. Bei der Tiefkälteerzeugung werden Verdampfungstemperaturen von -28°C bis -36°C benötigt. Die Kondensatorwärme des TK-Kreislaufs gelangt über einen Wärmeaustauscher in den Normalkälteverbund. Die Kondensatorwärme des Normalkälteprozesses wird entweder über einen Innenkondensator zur Gebäudeheizung zur Verfügung gestellt oder an die Aussenluft abgeführt.



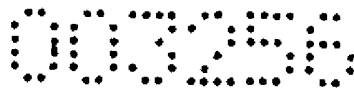
Reicht das Wärmeangebot aus der Prozesskälte für die Gebäudeheizung nicht aus, dann schaltet sich die parallel zum NK-Verbund angeordnete Geo-Verbundstufe hinzu und liefert die angeforderte Wärmeenergie. Als Wärmequelle dient der Geothermiekreislauf aus den erdgekoppelten Wärmeaustauschern. Hier steht ganzjährig ein Temperaturniveau von 5 – 15 °C zur Verfügung. Der Geo-Verbund kann im Sommer zur mechanischen Kühlwassererzeugung für die Raum- und Klimakühlung umgeschaltet werden.

NK- und Geo-Verbund arbeiten in einer Serienschaltung zunächst auf einen gemeinsamen Innen-Kondensator und in Folge auf den gemeinsamen Außenkondensator. Dies hat den Vorteil, dass die Wärmeaustauscher im überwiegend auftretenden Teillastbetrieb besonders effektiv arbeiten.

Bei ausschließlichen Unterkühlbetrieb des Normalkälteprozesses wird dem Erdreich Wärme zugeführt, bei ausschließlichen Betrieb der Geo-Verbundstufe Wärme entzogen. Bei gleichzeitigem Betrieb von Geo-Verbundstufe und Normalkälteerzeugung nimmt die Sole nach dem Sondenaustritt Wärme im Nachkühler auf und gibt sie im nachgeschalteten Verdampfer an den Geo-Verbund ab, bevor die Sole wieder in das Sondenfeld strömt.

Das in Strömungsrichtung nach dem Außenkühler angeordnete Drosselventil regelt das Druckniveau der Hochdruckseite. Das Ventil ist vollständig geöffnet, solange die Außentemperatur kühl genug ist, um das Kältemittel subkritisch zu Verflüssigen. Das Druckniveau ist im subkritischen Betrieb von der jeweils herrschenden Außentemperatur abhängig. Das Kältemittel kann im Außenkühler vollständig in den flüssigen Zustand kondensieren. Nachteilig ist, dass im wirtschaftlichen subkritischen Betriebsfall die Rückgewinnung von Kondensationswärme nur mit niedrigen Temperaturen < 28°C möglich ist.

Bei ansteigender Außentemperatur wechselt der Kältekreislauf in den transkritischen Zustand, d.h. das gasförmige Kältemittel kann im Außenkühler nicht mehr kondensieren. Um die Abwärme trotzdem an die Außenluft übertragen zu können, verändert das Drosselventil den Gasdruck. Bei höherem Gasdruck (transkritischer

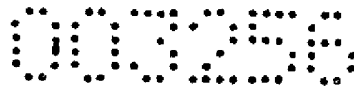


Bereich) wird dem Kältemittel keine latente Kondensationswärme mehr entzogen. Es ist nur noch eine Gaskühlung (sensible Wärmeübertragung) möglich. Das Kältemittel wird bei gleichem Druck und Aggregatzustand auf ein Niveau niedrigeren Energieinhalts und Temperatur aber höherer Dichte abgekühlt. Das abgekühlte Gas wird auf einen Mitteldruck (subkritischer Bereich) entspannt. Bei dieser Entspannung entsteht ein Flüssigkeits- und Gasgemisch. Der Gasanteil wird den Verdichtern ohne Nutzwärmeaufnahme wieder angesaugt. Der prozentuale Gasanteil ist abhängig von der Abkühlung des Gases im Außenkühler und des Druckpegels. Der flüssige Anteil wird den Kühlstellen zur Nutzwärmeaufnahme zugeführt.

In einem handelsüblichen Kältekreislauf wird ein Kältemittelgas mittels eines Verdichters von einem niedrigen Druck auf einen höheren Druck verdichtet. Das Kältemittel erwärmt sich, wird durch einen Außenkühler verflüssigt und anschließend vom durch den Verdichter erzeugten hohen Druckniveau mit einem Drosselventil entspannt. Bei diesem niedrigen Druckniveau verdampft das Kältemittel und nimmt Wärme auf. Dieser Prozess wird allgemein als Kompressionskälteprozess bezeichnet.

Das verwendete Kältemittel ist nach dem heutigen Stand der Technik in der Regel ein chemisch hergestellter fluorierter und halogener Kohlenwasserstoff, der im Verdacht steht, bei Eintritt in die Atmosphäre die Erderwärmung zu begünstigen. Durch die aktuelle Brisanz in der Klimadebatte wird verstärkt nach natürlichen Kältemitteln gefragt, die weniger treibhauschädlich sind. CO₂ eignet sich als Ersatzstoff besonders, da hier keine Toxizität oder Brennbarkeit vorliegt, die thermodynamischen Kennzahlen aber dennoch gut sind. CO₂ als Kältemittel bedingt allerdings einen komplexeren Aufbau des Anlagensystems. Ferner sind Drucklagen und Temperaturen im System andere.

Das Kältemittel CO₂, Kohlendioxyd, gelangt wie in einem üblichen Kältekreislauf durch ein Rohrsystem zu den Kältemittelverdichtern. Da der Verdichter das Kältemittelgas aus der Rohrleitung ansaugt, wird die Leitung zum Verdichter als Saugleitung bezeichnet. Es ist je nach erforderlicher Kälteleistung und Anforderung an die Rege-



lung ein Verdichter oder es sind mehrere Verdichter parallel angeordnet. Die durchaus übliche Anordnung von mehreren Verdichtern wird als Parallelverbundtechnik bezeichnet.

Das Druckniveau in der Saugleitung richtet sich nach der benötigten Temperatur in der Anwendung der Kühlung. Häufig wird Klimakühlung, Lebensmittelpluskühlung und Tiefkühlung unterschieden. Je tiefer die Temperatur, desto niedriger ist das Druckniveau in der Saugleitung. Saugleitung und Verdichter sind nach der verwendeten Temperatur in unterschiedliche Stränge getrennt.

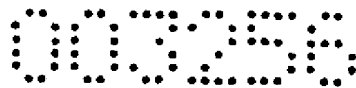
Im Verdichter wird das Kältemittelgas auf ein höheres Druckniveau verdichtet und erwärmt sich dabei. Das Verhältnis zwischen Saugdruck und Hochdruck nach dem Verdichter wird als Drucksprung bezeichnet.

Der Hochdruck wird bei der Kühlung mit Außenluft, durch die Umgebungstemperatur bestimmt. Während bei üblichen Kältemitteln der Hochdruck bei maximal 25 bar liegt, werden bei CO₂ über 100 bar erreicht. Die thermische Belastung der Kältemittelverdichter ist umso größer, je größer der Drucksprung ist. Da der Drucksprung in der Tiefkühlung sehr groß wäre, wird der Kreislauf in dieser Temperaturanwendung mit CO₂ verändert.

Es sind drei Varianten üblich, um die thermische Belastung zu reduzieren:

- Kaskadenschaltung der Tiefkühlstufe, hier wird nicht mit Außenluft gegengekühlt, sondern mit einem kühleren Medium.
- Mehrstufiger Kompressionsprozess, hier wird die Verdichtung in mindestens zwei Stufen vollzogen und das Medium zwischengekühlt.
- Boosterschaltung: das warme Gas aus dem Tiefkühlverdichter wird einer weiteren Druckstufe, z.B. einem Pluskühlverdichter saugseitig zugeführt und vermischt sich dort mit den kühleren Gasströmen dieser Stufe.

Beim Austritt des Kältemittelgases aus dem Verdichter wird das Gas in der Regel einem Gaskühler zugeführt, der mit Außenluft gekühlt wird. In einigen Fällen wird



das warme Gas zur Erwärmung von Wasser oder Luft zur Temperierung durch Wärmeaustauscher übertragen.

Es sind folgende Wärmeauskoppelungen üblich:

- Verwendung der Wärme zur Erwärmung von Brauchwasser
- Verwendung der Wärme zur Übergabe an ein Heizsystem mit:
 - a. Einbau eines CO₂ durchströmten Wärmeaustauschers in ein Lüftungsgerät- direkte Lufterwärmung
 - b. Ein CO₂ durchströmter Wärmeaustauscher gibt die Wärme an einen Wärmeträger ab, der dann diese Wärme zur weiteren Verwendung ableitet.

Das Kältemittel kann in diesen Wärmeaustauschern durch Wärmeabfuhr vom gasförmigen Zustand in den flüssigen oder teilverflüssigten Zustand wechseln.

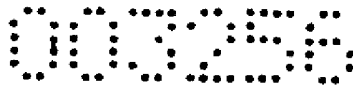
Im Anschluß kann das Kältemittel CO₂ zu einem Außenkühler geleitet werden oder direkt zu einer Sammelflasche strömen.

Ab einer Außenlufttemperatur von ca. 22 bis 24°C wird der CO₂ Kreislauf in der Regel transkritisch betrieben. Bei diesem Betrieb, oberhalb des kritischen Punktes des Stoffes, wird ab einer bestimmten Drucklage das heiße und gasförmige Kältemittel nicht mehr durch Wärmeabfuhr gekühlt und schließlich verflüssigt, sondern nur gekühlt. Nach Austritt des Kältemittels aus dem Außenkühler liegt, wie beim Eintritt in diesen, eine reine Gasphase vor, allerdings mit niedrigerer Temperatur.

Bei niedrigeren Außentemperaturen kann vollständig oder teilweise verflüssigt werden.

Nach dem Gaskühler, wird in einem speziellen Drosselventil das Druckniveau reduziert, wodurch sich Flüssigkeit abscheidet und in einen Kältemittelsammler strömt.

Überschüssiges Kältemittelgas wird aus der Sammelflasche über eine Absaugleitung an die Verdichtersaugseite geleitet. Mit einer entsprechenden Steuerung und



Ventilen wird so das Druckniveau in der Sammelflasche und in der folgenden Flüssigkeitsleitung über das Öffnen der Absaugleitung kontrolliert.

Das flüssige Kältemittel wird über eine Kältemittelflüssigkeitsleitung zu den Kühlstellen geleitet. Hier verdampft das Kältemittel in Wärmeaustauschern und strömt weiter zur Saugleitung Richtung Verdichter. Vor den Verdichtern werden häufig Flüssigkeitsabscheider eingesetzt, die Verdichter vor schädlichen Flüssigkeitspartikeln schützen.

Wegen der international verschärften Forderungen des Klimaschutzes sollen zukünftig synthetische Kältemittel gegen natürliche Kältemittel ersetzt werden. Für gewerbliche Kälteanlagen sind deshalb neue Verfahrenstechniken notwendig. Das derzeit populärste, natürliche Kältemittel ist CO₂ mit dem idealen GWP-Wert 1 (GWP = Global Warming Potential). Wegen der physikalischen Eigenschaften dieses Kältemittels arbeitet der Kreisprozess im transkritischen Bereich, bei dem das Gas nach der Verdichtungsstufe bei Temperaturen über 30°C nicht mehr in den flüssigen Zustand kondensieren kann. Gleichzeitig treten Systemdrücke von bis zu 120 bar auf. Bei diesen Betriebsbedingungen arbeitet der Kälteprozess mit niedrigeren Wirkungsgraden als bei herkömmlichen H-FKW Kältemitteln und erzeugt höhere Betriebskosten. Wegen des besonders bei höheren Temperaturen sich verschlechternden COP und den damit verbundenen höheren Betriebskosten eignet sich die bekannte Technik nicht für die Auskoppelung von Heizwärme auf einem für die Gebäudeheizung nutzbaren Temperaturniveau.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein ausschließlich mit umweltfreundlichem CO₂ betriebenes Wärme-Kälte-Verbundsystem bereitzustellen, welches ganzjährig wirtschaftlich arbeitet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß auf überraschend einfach wie wirkungsvolle Weise dadurch gelöst, dass zwischen dem Außenkühler und dem Sammler ein Nachkühler sowie ein erstes Regelventil zur Druckregelung des CO₂ – Kreislaufs angeordnet sind.

Um die benötigte Tiefkältetemperatur von -36°C zu erreichen und die Kondensationswärme an einem heißen Sommertag an die Umgebung abgeben zu können, muss das Kältemittel auf Drücke bis zu 120 bar verdichtet werden.

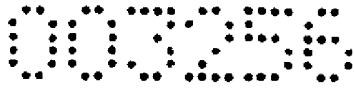
Bei diesem Druckniveau liegt der Energieverbrauch um bis zu 32% über den Werten der oben beschriebenen (subkritischen) Kältekaskade. Um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb einer transkritischen Anlage zu ermöglichen muss die Abwärme bei Temperaturen unter 30°C aus dem Kälteprozess ausgekoppelt werden.

Zudem ist oberhalb von 30°C bei CO_2 kein Phasenwechsel (Kondensation) möglich.

Im Winterbetrieb kann eine transkritische CO_2 Kälteanlage dagegen auf niedrigem Temperaturniveau kondensieren. Um jedoch Wärme auf einem nutzbaren Temperaturniveau auskoppeln zu können, muss der Verdichtungsdruck und damit das Temperaturniveau auf Werte, ähnlich im Sommerbetrieb angehoben werden. Dies bedeutet eine Verschlechterung des Anlagen COP während der gesamten Heizperiode und einen deutlichen Anstieg der Energieverbrauchskosten.

In der erfindungsgemäßen Bauart erfolgt die Wärmeauskoppelung durch eine Serienschaltung von zwei oder drei Gaskühlern, wobei mindestens ein Kühler nach der Außenkühleinheit angeordnet ist und Wärmeenergie an einen Sekundärkreis überträgt. Dieser Nachkühler wird vorzugsweise an einen Geothermiekreislauf angeschlossen.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems ist dadurch gekennzeichnet, dass der Nachkühler an einen Geothermiekreis angeschlossen ist. Die vom Nachkühler an den Geothermiekreis übertragene (Rest)Wärme hebt die Rücklauftemperatur des Erdwärmekreislaufes an. Über den Verdampfer des Geokältekreislaufes gelangt die vorbezeichnete Wärme in den Nutzbereich des Gebäudeheizkreislaufes.



Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems weist parallel zur ersten Verdichterstufe mindestens einen weiteren Verdichter auf. Somit kann auch ohne erhöhten Kühlbedarf ein höherer Druck erzeugt und somit die transportierte Wärme im System erhöht werden, etwa im Winter, wenn im Gebäudeheizkreislauf ein erhöhter Wärmebedarf besteht.

Bei einer Weiterbildung dieser Ausführungsform ist der weitere Verdichter saugseitig an einen Wärmetauscher in einem Geothermiekreis angeschlossen. Dadurch kann die zusätzliche Wärmeenergie dem Geothermiekreislauf entzogen werden.

Bei einer Weiterbildung der oben genannten Ausführungsformen ist ein zweites Regelventil zwischen der ersten Verdichterstufe und dem weiteren Verdichter angeordnet.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems ist dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Verdampfer zu einem oder mehreren Normalkältekreisen gehören, an welchen Kühleinrichtungen mit Temperaturen von 0°C bis 8°C angeschlossen sind. Diese Ausführungsform ist in Supermärkten besonders vorteilhaft.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems ist dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Tiefkühlkreise vorgesehen sind, an welchen Kühleinrichtungen mit Temperaturen von -20°C bis -24°C angeschlossen sind. Auch diese Ausführungsform ist von Vorteil in Lebensmittel und Supermärkten, wo Tiefkühlwaren angeboten werden.

Bei einer weiteren zu bevorzugenden Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems ist in Strömungsrichtung des fluiden CO_2 vor dem Außenkühler ein Wärmetauscher angeordnet, der Wärme aus dem CO_2 – Kreislauf an einen Heizkreislauf abgibt. Auf diese Weise kann die aus den Kühleinrichtungen abgezogene Wärme der Gebäudeheizung zugeführt werden.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die weiter aufgeführten Merkmale je für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Zeichnungen und detaillierte Beschreibung der Erfindung. Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschema eines erfindungsgemäßen Systems;

Fig. 2 ein Diagramm mit Leistungskoeffizienten verschiedener Kältemittel bei unterschiedlichen Außentemperaturen.

Fig. 1 zeigt ein Prinzipschema eines erfindungsgemäßen Wärme-Kälte-Verbundsystems 1. Eine oder mehrere Normalkühleinrichtungen 2a, b, c sind über Ventile 3a, 3b, 3c zuschaltbar. Das Kühlmittel nimmt durch Verdampfen die Wärme der Normalkühleinrichtungen 2a, b, c auf und wird Verdichtern 4a, b, c zugeführt, die das Kühlmittel verdichten.

Über den Innengaskühler 5 erfolgt die erste Stufe der Wärmerückgewinnung. Die Wärme wird dem Gebäudeheizkreislauf 6 zugeführt.

Anschließend führt der Gasstrom durch den Außenkühler 7, dessen Lüfter während der Heizperiode nur gestartet werden, wenn Abwärmeüberschuss besteht. Hilfsweise kann auch ein regelbarer Bypass zu dem Außengaskühler angeordnet werden.

Als weiterer Wärmeaustauscher dient ein mit einer Geothermiesonde 15 verbundener Nachkühler 8, der die Restwärme des Gasstromes bis zu einer Endtemperatur von etwa 16°C - 20°C auskoppelt. Durch diesen Nachkühler 8 ist der Flüssigkeitsanteil im Kühlmittel an dieser Stelle des Kreislaufs wesentlich höher als bei aus dem Stand der Technik bekannten Systemen.

Das nach dem Außenkühler 7 angeordnete Regelventil 9 regelt das Druckniveau der Hochdruckseite in Abhängigkeit der im Gebäude gewünschten Nutzwärmetemperatur. Wird auf der Nutzungsseite mehr Wärmeenergie nachgefragt, dann regelt das Ventil das Druckniveau in den transkritischen Zustand und ermöglicht eine höhere Gastemperatur.

Im Sommerbetrieb arbeitet das Regelventil 9 des erfindungsgemäßen Systems in Abhängigkeit der Außentemperatur. Das gasförmige Kältemittel kann im Außenkühler 7 ab einer bestimmten Außentemperatur nicht mehr kondensieren. Das Druckniveau steigt in den transkritischen Bereich.

In dem Sammler 10 kondensiert das Kühlmittel schließlich und wird wieder den Normalkühleinrichtungen 2a, b, c zugeführt.

Die Tiefkühleinrichtungen 11a, b, c verfügen über einen eigenen Kreislauf, der mittels eines Wärmetauschers 12 mit dem Normalkältekreislauf verbunden ist. Über die Ventile 13 a, b, c lassen sich die Tiefkühleinrichtungen 11a, b, c einzeln zuschalten. Verdichter 14a, b, c verdichten das erhitzte Kühlmittel.

Einer oder mehrere zusätzliche Verdichter 16 können parallel zu den Normalkreislaufverdichtern 4a, b, c betrieben werden, um zusätzliche Wärme für den Gebäudeheizkreislauf 6 zur Verfügung zu stellen. Dieser Effekt kann noch dadurch verstärkt werden, dass die Verdichter 4a, b, c des Normalkältekreislaufs mit dem zusätzlichen Verdichter 16 mittels eines Ventils 17 saugseitig verbunden werden.

Zusätzlich kann ein weiterer Wärmetauscher 18, der an den Geothermiekreislauf angeschlossen ist je nach Bedarf dem Normalkältekreislauf Wärme entziehen oder zuführen.

Ein weiterer Wärmetauscher 19 führt dem Gebäudeheizkreislauf 6 bei Bedarf Wärme aus dem Geothermiekreislauf zu.

In Fig. 2 sind COP-Leistungskoeffizienten für verschiedene Kältemittel in Abhängigkeit der Außentemperatur dargestellt. Der COP für CO₂ fällt bei hohen Außentemperaturen deutlich ab. Gerade im Bereich der stundenmäßig am häufigsten vorkommenden Temperaturen liegt der COP von CO₂ unterhalb der klassischen, weniger umweltfreundlichen Kühlmittel. Aus diesem Grunde ist es nicht trivial, ein reines CO₂ -Wärme-Kälte-Verbundsystem zu entwickeln, welches ganzjährig effizient arbeitet.

Stiborum

00356

Patentanwälte
Dipl.-Ing. Helmut Hübscher
Dipl.-Ing. Karl Winfried Hellmich
Spittelwiese 7, A 4020 Linz

(37883) HEL

Patentansprüche:

1. System (1) zur gleichzeitigen Erzeugung von Kälte und Wärme mittels CO_2 – betriebener Elemente

- mit einer Verdampferstufe, umfassend einen oder mehrere parallel geschaltete Verdampfer, in denen flüssiges CO_2 in die Gasphase expandiert, wodurch der Umgebung Wärme entzogen wird,
- mit einer ersten Verdichterstufe (4a, 4b, 4c), in der das gasförmige CO_2 wieder komprimiert und dadurch erwärmt wird,
- mit einem Außenkühler (7), der Wärme an die Atmosphäre abgibt und
- mit einem dem Außenkühler (7) nachgeschalteten Sammler (10) zur Entspannung und Kondensation des CO_2 ,

dadurch gekennzeichnet,

dass zwischen dem Außenkühler (7) und dem Sammler ein Nachkühler (8) sowie ein Regelventil (9) zur Druckregelung des CO_2 – Kreislaufs angeordnet sind.

2. System nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass der Nachkühler (8) an einen Geothermiekreis angeschlossen ist.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zur ersten Verdichterstufe (4a, 4b, 4c) mindestens ein weiterer Verdichter (16) angeordnet ist.

4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Verdichter (16) saugseitig an einen Wärmetauscher (18) in einem Geothermiekreis angeschlossen ist .

000255

5. System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbindungsventil (17) zwischen der ersten Verdichterstufe (4a, 4b, 4c) und dem weiteren Verdichter (16) angeordnet ist.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Verdampfer zu einem oder mehreren Normalkältekreisen gehören, an welchen Kühleinrichtungen (2a, 2b, 2c) mit Temperaturen von 0°C bis 8°C angeschlossen sind.
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Tiefkühlkreise vorgesehen sind, an welchen Kühleinrichtungen (11a, 11b, 11c) mit Temperaturen von -20°C bis -24°C angeschlossen sind.
8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung des fluiden CO₂ vor dem Außenkühler (7) ein Wärmetauscher (5) angeordnet ist, der Wärme aus dem CO₂ – Kreislauf an einen Heizkreislauf (6) abgibt.

Linz, am 29. März 2011

Hafner-Muschler GmbH & Co. KG

durch:



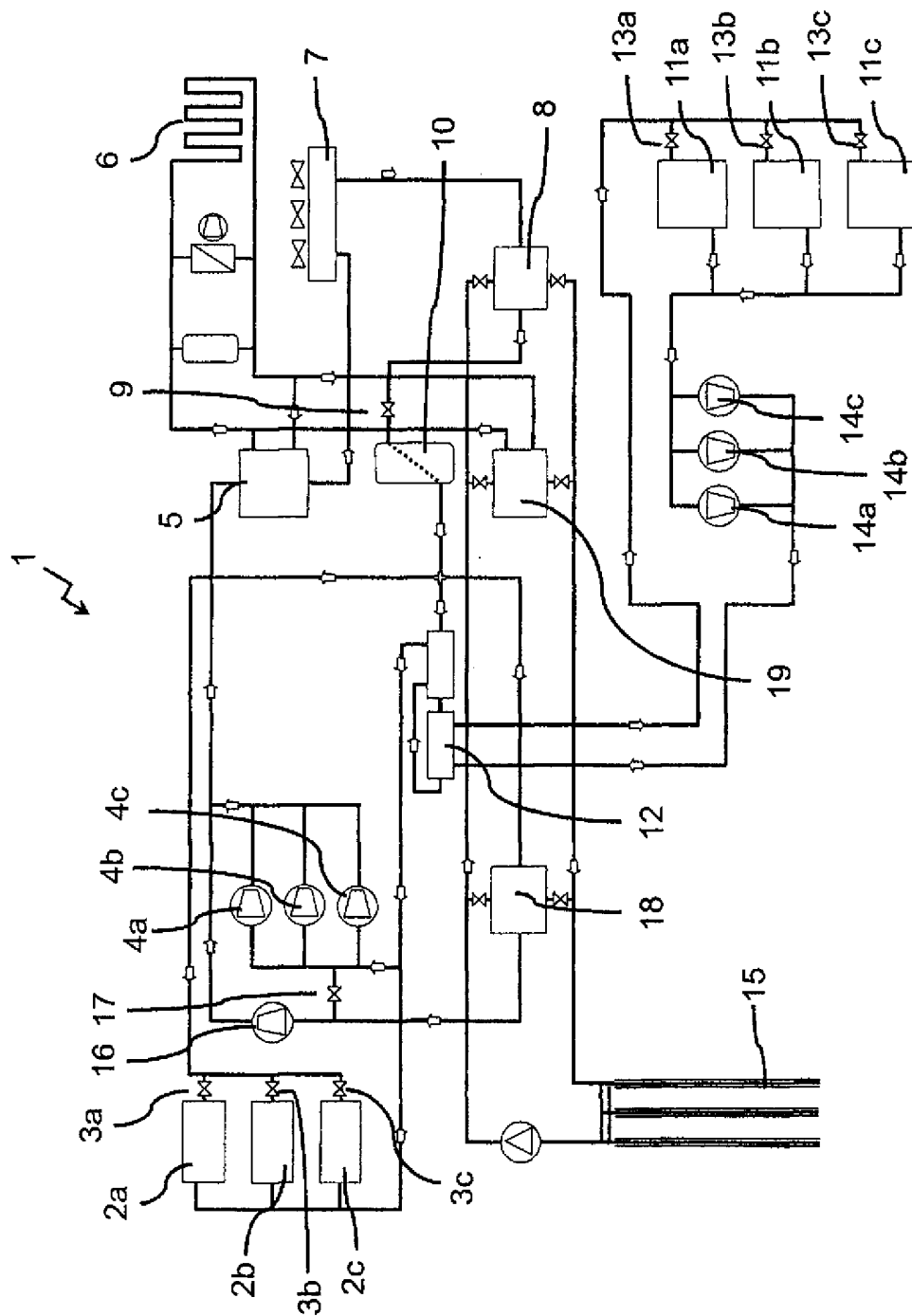


Fig. 1

Stand der Technik

COP-Vergleich verschiedener Kältemittel in Abhängigkeit der Außentemperatur

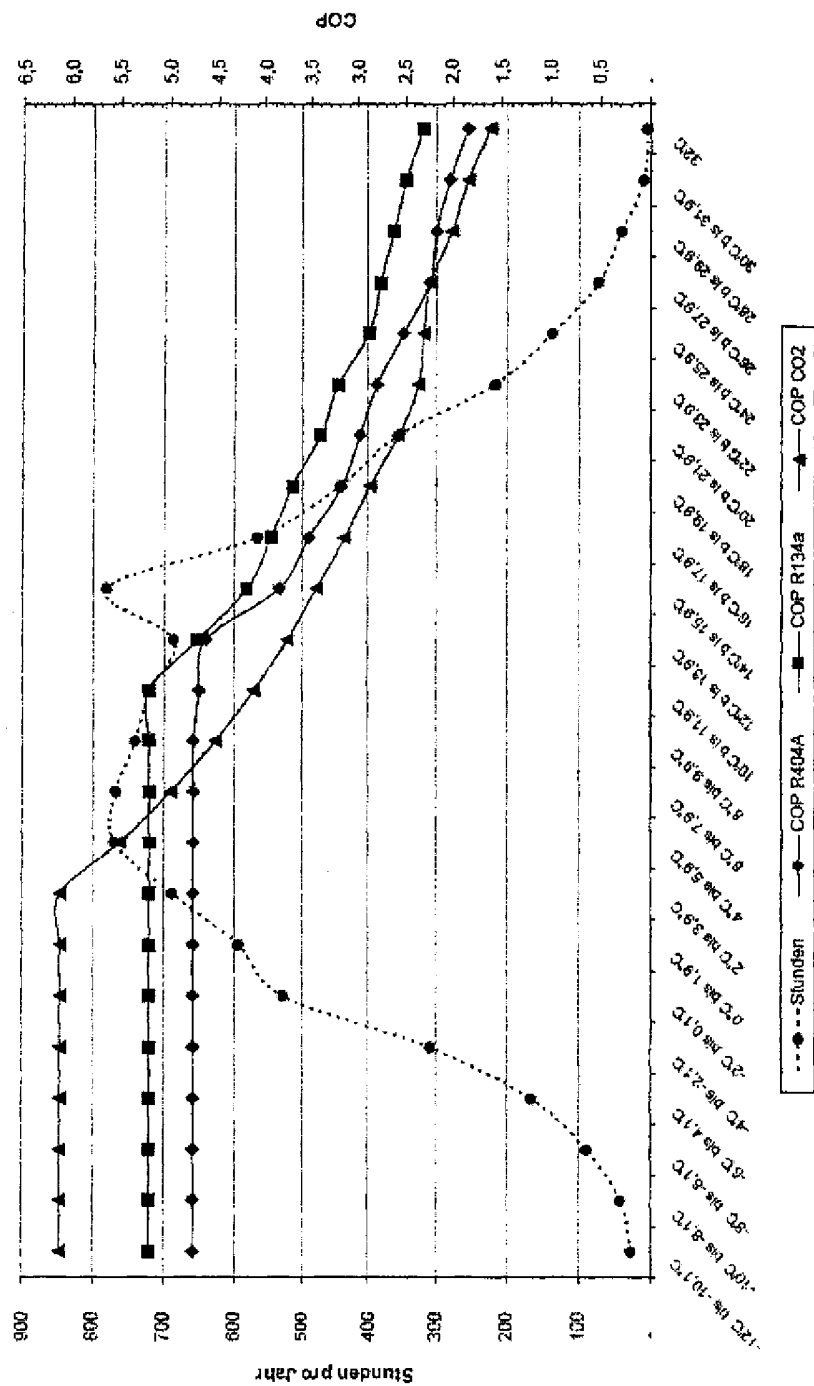


Fig. 2