



(10) **DE 10 2017 111 888 A1** 2018.12.06

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 111 888.8**  
(22) Anmeldetag: **31.05.2017**  
(43) Offenlegungstag: **06.12.2018**

(51) Int Cl.: **F25B 31/00 (2006.01)**  
**F25B 1/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Hanon Systems, Daejeon, KR**

(74) Vertreter:  
**Sperling, Fischer & Heyner Patentanwälte, 01277  
Dresden, DE**

(72) Erfinder:  
**Heyl, Peter, Dr.-Ing., 50999 Köln, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

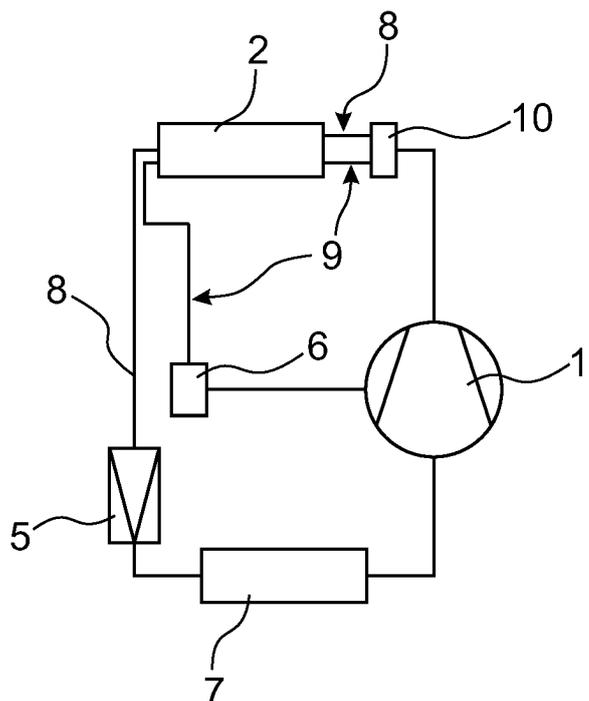
DE	37 05 850	A1
DE	102 03 772	A1
US	2011 / 0 036 110	A1
US	5 419 155	A
WO	2015/ 173 939	A1
JP	2001- 194 033	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Kälteanlage mit separatem Ölkreislauf**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kälteanlage mit separatem Ölkreislauf, aufweisend in Kältemittelströmungsrichtung einen Verdichter (1), ein Wärmeübertragermodul (11), ein Expansionsorgan (5) und einen Verdampfer (7), welche dadurch gekennzeichnet ist, dass das Wärmeübertragermodul (11) einen Ölseparator (10) und einen Wärmeübertrager (2) aufweist, wobei ein Kältemittel-Öl-Gemisch nach dem Verdichter (1) im Ölseparator (10) separiert wird und der Kältemittelmassenstrom in einer Kältemittelleitung (8) und der Ölmassenstrom in einer Ölleitung (9) separat geführt werden und dass Kältemittelmassenstrom und der Ölmassenstrom im Wärmeübertrager (2) separat gekühlt werden und der Kältemittelmassenstrom an das Expansionsorgan (5) und der Ölmassenstrom an den Verdichter (1) vom Wärmeübertragermodul (11) abgegeben werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kälteanlage mit separatem Ölkreislauf, insbesondere für Kältemittelkreisläufe mit dem Kältemittel Kohlendioxid, auch als R744 bezeichnet.

**[0002]** Die Anwendungsgebiete für die erfindungsgemäßen Kälteanlagen liegen allgemein auf dem Gebiet der Klimatechnik und dort insbesondere auf dem Gebiet der mobilen Kälteanlagen in der Automobiltechnik.

**[0003]** Im Stand der Technik sind Klimaanlage mit R744 als Kältemittel in Fahrzeugen bekannt. In den Kälteanlagen werden mechanische Verdichter, die vom Verbrennungsmotor angetrieben werden, verwendet. In der Zukunft werden jedoch R744-Kälteanlagen auch in Fahrzeugen mit Hybrid- oder reinem Elektroantrieb eingesetzt und in dieser Konstellation kommen bevorzugt elektrische Verdichter zum Einsatz.

**[0004]** Mit dem Kältemittel R744 sind jedoch hohe Anforderungen an den Verdichter beispielsweise in Bezug auf die zu realisierende innere Dichtheit bei hohen Druckdifferenzen und hohen Verdichteraustrittstemperaturen des Kältemittels verbunden. Um die Anforderungen an die innere Dichtheit zu erfüllen, werden höhere Ölzirkulationsraten angewandt. Nachteilig ist jedoch, dass durch die hohen Verdichtungsendtemperaturen des Kältemittels und der hohen Effizienz des inneren Wärmeüberganges das Öl so stark aufgeheizt wird, dass eine separate Kühlung im Vergleich zu Kälteanlagen mit R134a oder R1234yf notwendig wird.

**[0005]** Das Öl hat innerhalb eines Kältemittelkreislaufs mehrere Funktionen. Das Öl dient einerseits dem Schmieren innerhalb des Verdichters angeordneter beweglicher Komponenten und verringert damit die Reibung zwischen den Komponenten, welche insbesondere als Metallteile beziehungsweise Metallteile mit Beschichtung ausgebildet sind. Mit der Schmierung wird somit der Verschleiß des Verdichters reduziert. Weiterhin wird durch das Öl gegebenenfalls die Abdichtung des Verdichters gegenüber der Umgebung sowie die interne Abdichtung zwischen dem Hoch-, Mittel- und dem Niederdruckbereich des Kältemittels innerhalb des Verdichters verbessert. Eine weitere Funktion des Öls innerhalb eines Kältemittelkreislaufs besteht darin, die beispielsweise aufgrund der Reibung zwischen den bewegten Komponenten des Verdichters innerhalb des Verdichters erzeugte Wärme aufzunehmen und abzuführen.

**[0006]** Obwohl das Öl im Wesentlichen seine Funktionen innerhalb des Verdichters realisiert, ist es unvermeidlich, dass das Öl mit dem Kältemittelmassestrom aus dem Verdichter ausgetragen wird und

auch innerhalb des Kältemittelkreislaufs zirkuliert. Die Menge des zirkulierenden und umlaufenden Öls hängt dabei von mehreren Faktoren ab. Zu diesen Faktoren zählen unter anderem das Design beziehungsweise die Konstruktion und Konfiguration des Verdichters sowie der Peripherie des Kältemittelkreislaufs. Das Alter und der Zustand bezüglich des Verschleißes des Verdichters, die Betriebsbedingungen und Systembedingungen sowie die Mischbarkeit des Öls mit dem Kältemittel sind weitere Einflussfaktoren.

**[0007]** In Kältemittelkreisläufen nach dem Stand der Technik variiert die Zirkulationsrate des Öls zwischen 1 % und 4 % des Massenstroms des Kältemittels. Das Öl des Verdichters, welches mit dem Kältemittel gemeinsam durch den Kältemittelkreislauf zirkuliert, weist verschiedene Wirkungen auf. So verändert es beispielsweise die Qualität sowie die physikalischen und thermodynamischen Eigenschaften des Kältemittel-Öl-Gemisches. Das Vorhandensein des Öls verringert weiterhin die Wirksamkeit der Wärmeübertrager des Kältemittelkreislaufs. Der Wärmeübergang und damit der Wärmedurchgang werden beeinflusst, wenn die Wärmeübertragungsflächen im Inneren des Wärmeübertragers mit einem Ölfilm bedeckt sind, da sich der Ölfilm wie eine zusätzliche Isolierschicht auswirkt.

**[0008]** Bei Tieftemperaturanwendungen wird die Bewegungsmöglichkeit des Öls innerhalb des Kältemittelkreislaufs aufgrund der höheren Viskosität bei geringen Temperaturen stark eingeschränkt. Der Rückgang des Ölstands innerhalb des Verdichters kann dann zu mechanischen irreversiblen Schäden des Verdichters führen.

Das im Wesentlichen inkompressible Öl kühlt sich zudem während eines Vorgangs einer vernachlässigbaren Expansion nicht ab. Das Öl wird mit dem Kältemittel vermischt, wobei das Kältemittel teilweise verdampft. Dabei wird ein Teil der Kälteleistung des Kältemittels, das heißt etwa 8 % bis 10 %, für die Abkühlung des Verdichteröls aufgewendet und geht als nutzbare Kälteleistung verloren.

**[0009]** Die Zirkulation des Kältemittelöls im Kältekreislauf ist somit ein bekanntes Problem, für welches im Stand der Technik auf verschiedenste Weise nach Lösungen gesucht wurde.

In der US 6,058,727 A beispielsweise wird ein Kältemittelkreislauf zum Abkühlen von Luft mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Expansionsorgan und einem Verdampfer beschrieben. Der Kältemittelkreislauf weist zudem einen Strömungspfad zum Rückführen des Öls vom Auslass des Verdichters zum Einlass des Verdichters mit einem Ölseparator und einem Ölkühler auf. Das bei der Verdichtung des gasförmigen Kältemittels erwärmte Öl wird vor dem Einlass in den Verdichter abgekühlt. Dabei wird die Wärme vom Öl an das vom Verdichter ange-

saugte Kältemittel übertragen. Der Ölkühler ist mit einem inneren Wärmeübertrager als eine Wärmeübertragereinheit ausgebildet, wobei die Wärmeübertragereinheit innerhalb eines Akkumulators des Kältemittels angeordnet sein kann.

**[0010]** Die US 2010/0251756 A1 offenbart ebenfalls einen Kältemittelkreislauf zum Abkühlen von Luft mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Expansionsorgan und einem Verdampfer sowie einem Strömungspfad zum Rückführen des Öls vom Auslass des Verdichters zum Einlass des Verdichters mit einem Ölseparator und einem Ölkühler. Der Ölkühler ist als Luft-Öl-Wärmeübertrager ausgebildet und in Strömungsrichtung der Luft nach dem Verdampfer angeordnet. Die Wärme wird vom Öl an die beim Durchströmen des Verdampfers abgekühlte Luft übertragen.

**[0011]** Aus der US 6,579,335 B2 geht eine Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen Fluids mit Komponenten zum Abscheiden von Öl aus dem verdichteten Gas, zum Abkühlen des Öls nach der Verdichtung des Gases und zum Speichern des Öls hervor. Das Öl wird dem Verdichter mit dem zu verdichtenden gasförmigen Fluid wieder zugeführt. Zum Abkühlen des Öls wird das Öl durch einen Wärmeübertrager geleitet. Dabei wird die Wärme vom Öl an das zu verdichtende gasförmige Fluid übertragen. Anschließend wird das gasförmige Fluid verdichtet. Der Ölabscheider, der Ölkühler und der Ölvorratsbehälter sind in einem gemeinsamen Gehäuse integriert angeordnet. Das Öl wird über eine Verbindungsleitung vom Ölvorratsbehälter zum Verdichter geleitet.

**[0012]** Bei herkömmlichen Kältemittelkreisläufen wird das Kältemittel-Öl-Gemisch durch den nach dem Verdichter angeordneten Wärmeübertrager geleitet. Zudem ist aus dem Stand der Technik bekannt, das Kältemittel-Öl-Gemisch nach dem Austritt aus dem Verdichter in einen Anteil Kältemittel und einen Anteil Öl zu trennen. Das abgeschiedene Öl wird anschließend in Wärmeübertragung mit dem im Kältemittelkreislauf zirkulierenden Kältemittel oder mit der im Verdampfer konditionierten Luft abgekühlt, was die Effizienz des Kältemittelkreislaufs verringert.

**[0013]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine kompakte Anlagenausführung zur Verfügung zu stellen, die die oben beschriebenen Herausforderungen technisch löst und einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der Anlage ermöglicht.

**[0014]** Die Aufgabe wird durch einen Gegenstand gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weiterbildungen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0015]** Die Aufgabe der Erfindung wird insbesondere durch eine Kälteanlage mit separatem Ölkreislauf

gelöst, welche in Kältemittelströmungsrichtung einen Verdichter, ein Wärmeübertragermodul, ein Expansionsorgan und einen Verdampfer aufweist. Weiterhin ist die Kälteanlage dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeübertragermodul einen Ölseparator und einen Wärmeübertrager aufweist, wobei ein Kältemittel-Öl-Gemisch nach dem Verdichter im Ölseparator separiert wird und der Kältemittelmassenstrom in einer Kältemittelleitung und der Ölmassestrom in einer Ölleitung getrennt und nachfolgend separat geführt werden. Der Kältemittelmassenstrom und der Ölmassestrom werden anschließend im Wärmeübertrager separat gekühlt und schließlich wird der Kältemittelmassenstrom an das Expansionsorgan und der Ölmassestrom an den Verdichter vom Ausgang des Wärmeübertragermoduls abgegeben. Unter einer separaten Kühlung der Fluidmassenströme von Öl und Kältemittel wird im Sinne der Erfindung verstanden, dass die Fluidleitungen die Massenströme von Öl und Kältemittel räumlich und stofflich trennen und dass die Fluidleitungen jeweils in den Wärmeübertrager integriert sind und folglich vom Wärmeübertrager gekühlt werden. Der Wärmeübertrager für die Kühlung von Kältemittel und Öl ist somit funktional getrennt in einen Kältemittelkühler und einem Ölkühler, wobei beide Funktionsbereiche in einem Wärmeübertrager ausgebildet sind.

**[0016]** Die Kälteanlage wird bevorzugt weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass im Wärmeübertragermodul nach dem Wärmeübertrager in der Kältemittelleitung ein Expansionsorgan für Mitteldruck und nachfolgend eine Mitteldruckflasche angeordnet sind. Weiterhin ist ein Expansionsorgan für das Öl in der Ölleitung nach dem Wärmeübertrager angeordnet. Der Kältemitteldampf aus der Mitteldruckflasche wird schließlich im Expansionsorgan, welches auch als Mischorgan ausgebildet ist, mit dem Ölmassestrom zusammengeführt und zum Ausgang aus dem Wärmeübertragermodul geleitet.

**[0017]** Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung des Wärmeübertragers innerhalb des Wärmeübertragermoduls als wassergekühlter Kondensator. Der wassergekühlte Kondensator kühlt jedoch, wie bereits beschrieben, sowohl den Kältemittelmassenstrom als auch den Ölmassestrom.

**[0018]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Kälteanlage besteht nun weiterhin darin, dass in der Kältemittelleitung nach dem Wärmeübertrager auf der Hochdruckseite und vor dem Verdichter auf der Niederdruckseite ein innerer Wärmeübertrager, insbesondere als Unterkühlungsgegenströmer ausgeführt, angeordnet ist, welches bekanntermaßen zu Verbesserungen der Effizienz des Kälteprozesses gerade bei R744-Kälteanlagen führt.

**[0019]** Weiterhin ist vorteilhaft ein Verdichtermodul aus dem Wärmeübertragermodul und dem Verdich-

ter ausgebildet. Die Komponentenintegration von Verdichter und Wärmeübertragermodul führt neben der bereits kompakten Ausführung des Wärmeübertragermoduls zu einer weiteren Verringerung des Volumenbedarfs der Kälteanlage. Insbesondere in modernen Kraftfahrzeugen besteht ein Mangel an Platz für die technischen Komponenten, so dass eine Volumenreduzierung der Komponenten und eine Zusammenfassung von Einzelkomponenten zu Modulen besonders vorteilhaft ist.

**[0020]** Weiterhin ist vorteilhaft vorgesehen, dass mindestens das Expansionsorgan für das Kältemittel beziehungsweise das Kältemittel-Öl-Gemisch, als Kapillare besonders robust, einfach und kostensparend ausgebildet ist.

**[0021]** Auch kann vorteilhaft mindestens eines der Expansionsorgane für das Kältemittel und/oder das Kältemittel-Öl-Gemisch als Expansionsmaschine ausgebildet sein, um einen Teil der Entspannungsarbeit zurückzuerhalten. Vorteilhaft ist gleichfalls, wenn der Verdichter als Scrollverdichter ausgeführt ist.

**[0022]** Die Kälteanlage wird bevorzugt mit dem Kältemittel R744, Kohlendioxid, betrieben.

**[0023]** Bei Verwendung der Kälteanlage mit einem Mitteldruckniveau wird der Verdichter als zweistufiger Verdichter mit einer Mitteldruckstufe ausgebildet. Dabei wird der Ölmassenstrom und das Kältemittelgas bei Mitteldruck oder der Ölmassenstrom und das Kältemittelgas bei Niederdruck in den zweistufigen Verdichter eingeleitet.

**[0024]** Vorteilhaft ist weiterhin, wenn der Verdichter der Hochdruckstufe mit der Expansionsmaschine als Expansionsorgan für Mitteldruck und/oder der Expansionsmaschine als Expansionsorgan für Niederdruck verbunden ist und somit die Expansionsarbeit der Expansionsmaschinen für die Verdichtung des Kältemittels genutzt werden kann.

**[0025]** Nach einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Bereich des Wärmeübertragers, der das Öl kühlt, als Kapillare ausgebildet, welche mäanderförmig auf der Außenseite des Wärmeübertragers und mit diesem wärmeleitend verbunden angeordnet ist. Die Funktion der Kühlung des Öls wird auf diese Weise besonders einfach und konstruktiv unaufwändig realisiert und damit kostengünstig umgesetzt.

**[0026]** Die Konzeption der Erfindung besteht darin, dass die Abscheidung des Öles aus dem gasförmigen und stark erhitzten Kältemittel in einem Ölseparator, auch als Ölabscheider oder nur als Abscheider bezeichnet, unmittelbar nach dem Verdichter erfolgt. Bevorzugt ist der Abscheider am Kondensator oder Gaskühler angeordnet. Im Anschluss an die Tren-

nung von Kältemittel und Öl werden das Kältemittel und das Öl getrennt im wassergekühlten Kondensator gekühlt. Es versteht sich von selbst, dass der Kondensator je nach Lage des Prozesses auch als Gaskühler oder Wassergaskühler bezeichnet wird. Das Kältemittel strömt wie gehabt weiter bevorzugt durch einen inneren Wärmeübertrager auf der Hochdruckseite und nachfolgend durch eine Expansionseinrichtung, den Verdampfer, den inneren Wärmeübertrager auf der Niederdruckseite und schließlich, den Kreislauf schließend, zurück zum Verdichter.

Das Öl strömt nach der Kühlung im Wassergaskühler auf kurzem Wege schnellstmöglich direkt zurück zum Verdichter zurück, wobei das Kältemittel auf die Saugseite des Verdichters gedrosselt wird oder gezielt in den Verdichtungsraum zurückgeführt wird, ohne es zu expandieren und somit Verdichtungsarbeit einsparen zu können.

Bevorzugt werden die beteiligten Komponenten, der Verdichter, der Ölabscheider, der Wassergaskühler und die Leitungsführung sowie eventuell die Expansionsvorrichtung als Kapillare in einer kompakten Komponente, einem Modul, zusammengefasst.

Bevorzugt wird dieser Kreislauf um eine Mitteldruckflasche erweitert und der Gasanteil des Kältemittels wird nach einer ersten Expansion auf Mitteldruck abgeführt und mit dem Öl gemeinsam zum Verdichter zurückgeführt.

**[0027]** Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass eine Kühlung des Verdichteröles und des Verdichters mit dem Kondensator beziehungsweise Gaskühler erfolgt und die Kühlkapazität dazu nicht dem Kältemittelkreislauf bei Niederdruck entnommen und der Kreislauf dadurch ineffizienter gemacht wird. Das Öl besitzt vorteilhaft insbesondere nach der Kühlung die geforderten Eigenschaften zur Schmierung des Verdichters und kann optimal wirken, da es auf direktem Wege schnellstmöglich zum Verdichter zurückgeführt wird.

Bei entsprechender Auslegung kann bei einer zusätzlichen Rückführung eines kleinen Massenstromanteils von Kohlendioxid auf der Mitteldruckebene der Verdichter zusätzlich gekühlt werden, was die Beanspruchung der Komponenten deutlich reduziert, beziehungsweise zwischen Verdichter und Gaskühler den Einsatz von polymeren Werkstoffen im Unterschied zu metallischen Werkstoffen zulässt.

**[0028]** Auch muss das Öl nicht durch den Verdampfer geleitet werden, wodurch Druckverluste und eine Reduzierung der Kälteleistung vermieden werden können.

Bei Einsatz der Mitteldruckflasche strömt ein Teil des Kältemittelgas nicht durch den Verdampfer, was auch zu einer Verminderung des Druckverlustes führt. Vorteilhaft ist der Kältekreislauf mit einem Wasserkondensator betreibbar und der Kältekreislauf kann darüber hinaus mit einer Wärmepumpenfunktion und Wasser oder Luft als Wärmequelle betrieben werden.

**[0029]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile von Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen. Es zeigen:

**Fig. 1:** einstufige Kälteanlage mit einem separaten Ölkreislauf,

**Fig. 2:** zweistufige Kälteanlage mit einem separaten Ölkreislauf und Modulen,

**Fig. 3:** Log(p)-h-Diagramm bei zweistufiger Verdichtung und

**Fig. 4:** Log(p)-h-Diagramm bei einstufiger Verdichtung.

**[0030]** In **Fig. 1** ist ein Prinzipschaltbild eines einstufigen Kältemittelkreislaufes dargestellt. Die Grundelemente des Kältemittelkreislaufes bestehen im Verdichter **1**, dem Wärmeübertrager **2** sowie dem Expansionsorgan **5** und dem Verdampfer **7**, wonach der Kreislauf zum Verdichter **1** hin geschlossen ist. Dem Verdichter **1** nachgeschaltet und dem Wärmeübertrager **2** vorgeschaltet ist der Ölseparator **10**, welcher das Kältemittel-Öl-Gemisch in das Kältemittel und das Öl separiert. Die beiden Fluidmassenströme werden dann als Kältemittelmassenstrom in der Kältemittelleitung **8** und der Ölmassenstrom in der Ölleitung **9** separat im Kreislauf weitergeführt. Der Kältemittelmassenstrom wird im Wärmeübertrager **2**, welcher je nach Prozesslage als Kondensator oder als Gaskühler arbeitet, gekühlt und anschließend im Expansionsorgan **5** für den Kältemittelmassenstrom expandiert. Die Bereitstellung der Kälte erfolgt schließlich durch die Verdampfung des Kältemittels im Verdampfer **7**, wonach das entstehende Kältemittelgas vom Verdichter **1** angesaugt und der Kreislauf des Kältemittels damit geschlossen wird. Das Kältemittelöl wird in der Ölleitung **9** zum Wärmeübertrager **2** geführt, wo das Öl separat vom Kältemittel gekühlt wird. Anschließend wird das gekühlte Öl in der Ölleitung **9** zum Verdichter **1** geführt, um diesen entsprechend zu schmieren und wie beschrieben auch teilweise zu kühlen. Das Öl wird je nach Drucklage der Zuführung zum Verdichter **1** in einem Expansionsorgan **6** an das Druckniveau im Verdichter **1** angepasst. Das Expansionsorgan **6** in der Ölleitung **9** für den Ölmassenstrom wird bevorzugt und technisch einfach und wartungsarm als Kapillare ausgeführt oder bei Kühlung mit zusätzlichem Kältemittel als Blende oder als Ventil ausgeführt.

Die Modulbildung ist in **Fig. 1** nicht explizit dargestellt. Das Wärmeübertragermodul wird gebildet aus den Komponenten Ölseparator **10**, Wärmeübertrager **2** sowie den Leitungsbereichen der Kältemittelleitung **8** und der Ölleitung **9** innerhalb des Moduls. Gegebenenfalls ist das Expansionsorgan **6** für den Ölmassenstrom vorgesehen und gleichfalls in das Wärmeübertragermodul integriert.

**[0031]** In **Fig. 2** wird eine Prinzipdarstellung der Schaltung einer zweistufigen Kälteanlage mit einem Mitteldruckniveau gezeigt. Das Grundschema der Kälteanlage gemäß **Fig. 1** wird in der Darstellung und Ausgestaltung nach **Fig. 2** um die erforderlichen Komponenten zur Ausgestaltung eines Mitteldruckniveaus erweitert. Insbesondere sind dazu zwischen dem Wärmeübertrager **2** und dem Expansionsorgan für den Kältemittelmassenstrom **5** ein Expansionsorgan **3** für den Kältemittelmassenstrom angeordnet, welches den Kältemittelmassenstrom vom Hochdruckniveau nach dem Wärmeübertrager **2** auf das Mitteldruckniveau entspannt. Das Expansionsorgan **3** für die Erzeugung eines Mitteldrucks ist ausgangsseitig mit einem Kältemittelsammler **4**, welcher auch als Mitteldruckflasche bezeichnet wird, verbunden. Im Kältemittelsammler **4** werden die gasförmige Phase von der flüssigen Phase des Kältemittels getrennt und separiert weitergeleitet. Die gasförmige Phase wird dem Ölmassenstrom zugeführt und in einem Mischorgan, welches auch als Expansionsorgan **6** bezeichnet ist, mit dem Ölmassenstrom vereinigt. Dabei kühlt es den Ölmassenstrom zusätzlich, bevor das Öl und das Kältemittelgas in den Verdichter **1** eingeleitet werden. Die flüssige Phase des Kältemittels wird aus dem Kältemittelsammler **4** in das Expansionsorgan **5** für den Kältemittelmassenstrom geleitet, dort expandiert und wie bereits beschrieben über den Verdampfer dann in gasförmiger Form dem Verdichter **1** zugeführt. Besonders bevorzugt ist das Wärmeübertragermodul **11** als eine mit mehreren Einzelkomponenten integrierte Modulgestaltung ausgeführt. Dabei sind der Separator **10**, der Wärmeübertrager **2** sowie das Expansionsorgan **3** für den Kältemittelmassenstrom auf Mitteldruck und der Kältemittelsammler **4** sowie gegebenenfalls das Expansionsorgan **6** für den Ölmassenstrom in einer Komponente als Wärmeübertragermodul **11** zusammengefasst und dadurch mit geringstem Bauvolumen ausgeführt.

**[0032]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Kälteanlage erfolgt durch eine weitere Integration der Komponenten ineinander, so dass ein Verdichtermodule **12** durch die kombinierte Ausgestaltung eines Wärmeübertragermoduls **11** zusammen mit dem Verdichter **1** ausgeführt ist. Von besonders vorteilhaftem Effekt ist dabei, dass alle Komponenten an einem Platz im Fahrzeug angeordnet sind, wie beispielsweise der Verdichter, der Separator und der Wasserkondensator, dadurch kann die Ölrückführung beziehungsweise der Ölkreislauf ohne großen Aufwand realisiert werden und es ist keine zusätzliche Leitung im Motorraum angeordnet. Gleiches gilt für die Rückführung des Kältemittelgases aus der Mitteldruckflasche.

**[0033]** In **Fig. 3** ist ein Log(p)-h-Diagramm angegeben, welches den Kälteprozess mit einer Kälteanlage gemäß **Fig. 2** darstellt. Zwischen dem Niederdruckniveau und dem Hochdruckniveau ist ein Mitteldruck-

niveau vorgesehen und dargestellt. Nach der Lage des Hochdruckniveaus ist die Funktion des Wärmeübertragers **2** als Gaskühler im Diagramm dargestellt. Die Einleitung des Kältemittelgases und des Kältemittelöls bei Mitteldruck in den Verdichter führt zu einer Rückkühlung, welche die Verdichtungsendtemperatur nach der ersten Stufe reduziert und weiter an das Zweiphasengebiet heranführt, bevor die zweite Verdichtungsstufe beginnt.

**[0034]** In **Fig. 4** ist schließlich ein Log(p)-h-Diagramm für einen Prozess mit einer Anlage gemäß **Fig. 1** dargestellt, wobei wiederum typisch für das Kältemittel R744 der Wärmeübertrager **2** als Gaskühler arbeitet. Der zusätzliche Kühleffekt durch das Öl für den Verdichter ist in dem Einrücken der Verdichtungsstarttemperatur zu Beginn der Verdichtung dargestellt.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Verdichter
- 2 Wärmeübertrager, wassergekühlter Kondensator
- 3 Expansionsorgan für den Kältemittelmassestrom auf Mitteldruck
- 4 Kältemittelsammler, Mitteldruckflasche
- 5 Expansionsorgan für den Kältemittelmassestrom
- 6 Expansionsorgan für den Ölmassestrom
- 7 Verdampfer
- 8 Kältemittelleitung
- 9 Ölleitung
- 10 Ölseparator
- 11 Wärmeübertragermodul
- 12 Verdichtermodule

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 6058727 A [0009]
- US 2010/0251756 A1 [0010]
- US 6579335 B2 [0011]

### Patentansprüche

1. Kälteanlage mit separatem Ölkreislauf, aufweisend in Kältemittelströmungsrichtung einen Verdichter (1), ein Wärmeübertragermodul (11), ein Expansionsorgan (5) und einen Verdampfer (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmeübertragermodul (11) einen Ölseparator (10) und einen Wärmeübertrager (2) aufweist, wobei ein Kältemittel-Öl-Gemisch nach dem Verdichter (1) im Ölseparator (10) separiert wird und der Kältemittelmassestrom in einer Kältemittelleitung (8) und der Ölmassenstrom in einer Ölleitung (9) separat geführt werden und dass Kältemittelmassestrom und der Ölmassenstrom im Wärmeübertrager (2) separat gekühlt werden und der Kältemittelmassestrom an das Expansionsorgan (5) und der Ölmassenstrom an den Verdichter (1) vom Wärmeübertragermodul (11) abgegeben werden.

2. Kälteanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Wärmeübertragermodul (11) nach dem Wärmeübertrager (2) in der Kältemittelleitung (8) ein Expansionsorgan (3) für Mitteldruck und nachfolgend eine Mitteldruckflasche (4) angeordnet sind und dass ein Expansionsorgan (6) für das Öl in der Ölleitung (9) nach dem Wärmeübertrager (2) angeordnet ist und dass der Kältemitteldampf aus der Mitteldruckflasche (4) im Expansionsorgan (6) mit dem Ölmassenstrom zusammengeführt ist.

3. Kälteanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmeübertrager (2) als wassergekühlter Kondensator ausgebildet ist.

4. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Kältemittelleitung (8) nach dem Wärmeübertrager (2) auf der Hochdruckseite und vor dem Verdichter (1) auf der Niederdruckseite ein innerer Wärmeübertrager angeordnet ist.

5. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Verdichtermodul (12) aus dem Verdichter (1) und dem Wärmeübertragermodul (11) ausgebildet ist.

6. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Expansionsorgan (3, 5, 6) der eingesetzten Expansionsorgane für Kältemittel, Öl oder Kältemittel-Öl-Gemisch als Kapillare ausgebildet ist.

7. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eines der Expansionsorgane (3, 5) als Expansionsmaschine und/oder der Verdichter (1) als Scrollverdichter ausgebildet ist.

8. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Kältemittel R744 in der Kälteanlage eingesetzt ist.

9. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verdichter (1) als zweistufiger Verdichter mit einer Mitteldruckstufe ausgebildet ist.

10. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verdichter der Hochdruckstufe mit der Expansionsmaschine als Expansionsorgan (3) für Mitteldruck und/oder der Expansionsmaschine als Expansionsorgan (5) für Niederdruck verbunden ist.

11. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ölmassenstrom und das Kältemittelgas bei Mitteldruck oder der Ölmassenstrom und das Kältemittelgas bei Niederdruck in den zweistufigen Verdichter (1) eingeleitet wird.

12. Kälteanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ölkühler als Kapillare ausgebildet ist und mäanderförmig auf der Außenseite des Wärmeübertragers (2) angeordnet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

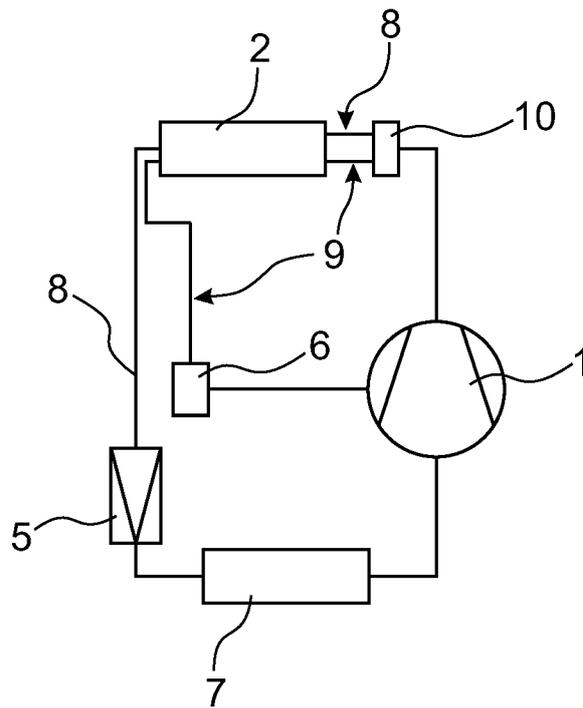


Fig. 1

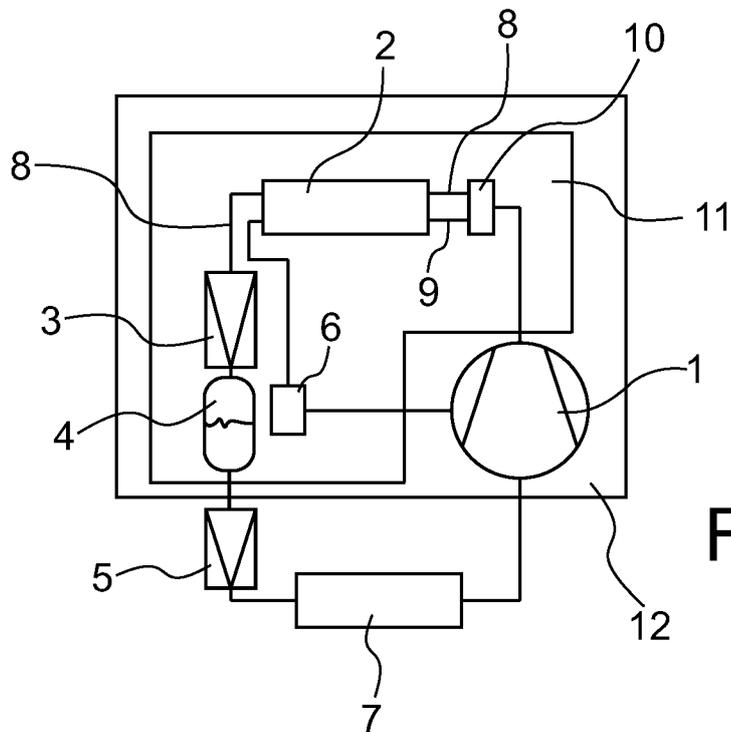


Fig. 2

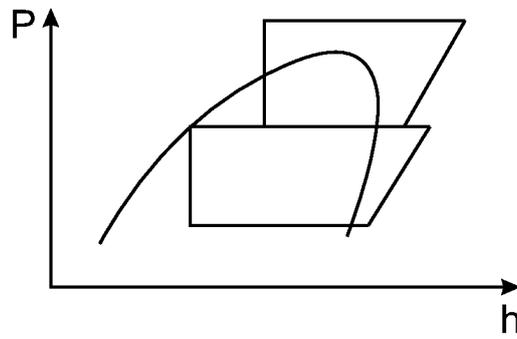


Fig. 3

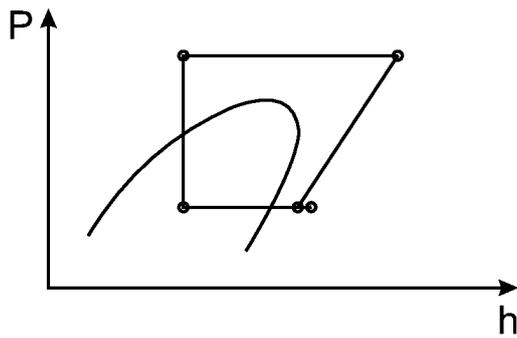


Fig. 4