

(74) Vertreter: **Altmann Stöbel Dick Patentanwälte
PartG mbB
Theodor-Heuss-Anlage 2
68165 Mannheim (DE)**

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kühlkreislauf und ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlkreislaufs.

Technischer Hintergrund

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, zur Kühlung eine Kältemaschine nach dem Kompressionskälteprinzip zu verwenden. Grundsätzliche Komponenten einer solchen Kältemaschine sind ein Verdichter (auch Kompressor genannt), ein Wärmeübertrager, wie beispielsweise ein Verflüssiger (luft- oder wassergekühlt), ein Drosselorgan (meist Expansionsventil) und ein Verdampfer. Der Verdichter (bzw. Kompressor) saugt den gasförmigen Arbeitsstoff, also das Kältemittel, aus dem Verdampfer an. Das Kältemittel wird im Verdichter auf einen höheren Druck gebracht. Dabei erwärmt sich dieses Gas. Nun gelangt dieses komprimierte Gas in den Wärmeübertrager bzw. Verflüssiger, wo es unter nahezu gleichbleibendem Druck abgekühlt wird. Durch den Wärmeentzug verflüssigt sich das Kältemittel bzw. kühlt ab. Anschließend gelangt das Kältemittel zum Drosselorgan, wo es auf einen niedrigeren Druck entspannt wird. Unter Wärmezufuhr im nachgeschalteten Verdampfer beginnt das Kältemittel zu siedeln, also zu verdampfen. Die Umgebung kühlt sich dabei ab. Dieser Vorgang läuft ununterbrochen, solange der Kompressor in Betrieb ist. Das Kältemittel verbraucht sich nicht, da es sich in einem geschlossenen Kreislauf befindet.

[0003] Aus der WO 2015/071128 A1 ist ein Kühlkreislauf umfassend einen Kältemittelverdichter mit einem Sauganschluss und mit einer einen Druckanschluss aufweisenden Druckkammer, einen im Kühlkreislauf auf den Druckanschluss folgend angeordneten Verflüssiger mit einem Fluidsammelraum, in welchem sich ein Kältemittelvorrat aus Kältemittel bildet, einen im Kühlkreislauf zwischen dem Verflüssiger und dem Sauganschluss liegenden Verdampfer, und eine einerseits mit dem Kältemittelvorrat und andererseits mit der Druckkammer verbundene Zufuhreinheit zur Zufuhr von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu der Druckkammer, welche eine Pumpeinheit für das Kältemittel umfasst, bekannt. Die Pumpeinheit weist ein druckdicht abgeschlossenes und nur mit einem Einlass sowie einem Auslass als Zugänge versehenes Gehäuse auf, in dessen Pumpkammer ein zum Pumpen des Kältemittels bewegbares Pumpelement angeordnet ist.

[0004] Trotz der zahlreichen Vorteile der aus dem Stand der Technik bekannten Kühlkreisläufe beinhalten diese noch Verbesserungspotenzial.

[0005] Halbhermetische Kältemittelverdichter werden gemäß dem Stand der Technik überwiegend mit dem kalten Sauggas aus der Kälteanlage gekühlt. Dabei umströmt das Sauggas zunächst den Motor und geht an-

schließend zur Saugkammer. Dabei treten Druckverluste und eine entsprechende Aufheizung des Sauggases bis zum Eintritt in den Arbeitsraum auf. Beides wirkt sich negativ auf den Liefergrad aus. Die Kühlung mittels Sauggases provoziert entsprechend eine deutliche Aufheizung des Gases sowie einen zusätzlichen Druckverlust auf dem Weg in den Arbeitsraum. Beides ist nachteilig sowohl für den Liefergrad als auch für die energetische Effizienz. Die Höhe des Nachteils ist abhängig von der konstruktiven Gestaltung sowie von den thermodynamischen Eigenschaften des Kältemittels. Die Menge und die Temperatur des zur Verfügung stehenden Sauggases richtet sich stark nach dem Betriebspunkt der Kälteanlage. Es treten teilweise extrem hohe Temperaturdifferenzen von bis zu 100 K zwischen dem Sauggas und dem umströmten Elektromotor auf.

[0006] In hermetischen Verdichtern wird mitunter auch eine Druckgaskühlung angewendet. Dabei umströmt das bereits stark erhitze Gas nach der Verdichtung den Elektromotor. Thermodynamisch ist diese Variante der Kühlung als vergleichsweise günstig zu bewerten, allerdings liegen die Austrittstemperaturen aus dem Arbeitsraum - je nach thermodynamischen Eigenschaften des Kältemittels - bis zu Temperaturen von 100 °C bis 180 °C. Eine Kühlung ist damit nur eingeschränkt möglich. Eine aktive Kühlung des Verdichtungs Vorganges wird mit dem Kältemittel aus der Anlage nicht durchgeführt. Ein weiterer Nachteil ist, dass beim Durchströmen des Kurbelgehäuses nennenswerte Mengen an Kältemaschinenöl ausgetragen und in die Anlage verschleppt werden können.

[0007] In Prozessgasverdichtern oder sehr großen Industrie-Kältemittelverdichtern wird teilweise auch eine Wasserkühlung eingesetzt. Diese sind teuer und benötigen zusätzliche Komponenten für den Wasserkreislauf inklusive Kühlung desselben. Darüber hinaus muss eine hermetische Trennung zwischen dem Kühlmittel und dem Kältemittel erfolgen.

Aufgabe der Erfindung

[0008] Es wäre daher wünschenswert, einen Kühlkreislauf und ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlkreislaufs bereitzustellen, welche die Nachteile bekannter Kühlkreisläufe zumindest weitgehend vermeiden. Insbesondere soll die Erfindung eine bedarfsgerechte und thermisch homogene Kühlung des Arbeitsraums und des Verdichterantriebs mit ein und demselben Arbeitsstoff, d.h. Kältemittel, ermöglichen.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

[0009] Diese Aufgabe wird adressiert durch einen Kühlkreislauf und ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlkreislaufs mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen, welche einzeln oder in beliebiger Kombination realisierbar sind, sind in den abhängigen Ansprüchen dargestellt.

[0010] Im Folgenden werden die Begriffe "haben", "aufweisen", "umfassen" oder "einschließen" oder beliebige grammatikalische Abweichungen davon in nicht-ausschließlicher Weise verwendet. Dementsprechend können sich diese Begriffe sowohl auf Situationen beziehen, in welchen, neben den durch diese Begriffe eingeführten Merkmalen, keine weiteren Merkmale vorhanden sind, oder auf Situationen, in welchen ein oder mehrere weitere Merkmale vorhanden sind. Beispielsweise kann sich der Ausdruck "A hat B", "A weist B auf", "A umfasst B" oder "A schließt B ein" sowohl auf die Situation beziehen, in welcher, abgesehen von B, kein weiteres Element in A vorhanden ist (d.h. auf eine Situation, in welcher A ausschließlich aus B besteht), als auch auf die Situation, in welcher, zusätzlich zu B, ein oder mehrere weitere Elemente in A vorhanden sind, beispielsweise Element C, Elemente C und D oder sogar weitere Elemente.

[0011] Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass die Begriffe "mindestens ein" und "ein oder mehrere" sowie grammatikalische Abwandlungen dieser Begriffe, wenn diese in Zusammenhang mit einem oder mehreren Elementen oder Merkmalen verwendet werden und ausdrücken sollen, dass das Element oder Merkmal einfach oder mehrfach vorgesehen sein kann, in der Regel lediglich einmalig verwendet werden, beispielsweise bei der erstmaligen Einführung des Merkmals oder Elementes. Bei einer nachfolgenden erneuten Erwähnung des Merkmals oder Elementes wird der entsprechende Begriff "mindestens ein" oder "ein oder mehrere" in der Regel nicht mehr verwendet, ohne Einschränkung der Möglichkeit, dass das Merkmal oder Element einfach oder mehrfach vorgesehen sein kann.

[0012] Weiterhin werden im Folgenden die Begriffe "vorzugsweise", "insbesondere", "beispielsweise" oder ähnliche Begriffe in Verbindung mit optionalen Merkmalen verwendet, ohne dass alternative Ausführungsformen hierdurch beschränkt werden. So sind Merkmale, welche durch diese Begriffe eingeleitet werden, optionale Merkmale, und es ist nicht beabsichtigt, durch diese Merkmale den Schutzzumfang der Ansprüche und insbesondere der unabhängigen Ansprüche einzuschränken. So kann die Erfindung, wie der Fachmann erkennen wird, auch unter Verwendung anderer Ausgestaltungen durchgeführt werden. In ähnlicher Weise werden Merkmale, welche durch "in einer Ausführungsform der Erfindung" oder durch "in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung" eingeleitet werden, als optionale Merkmale verstanden, ohne dass hierdurch alternative Ausgestaltungen oder der Schutzzumfang der unabhängigen Ansprüche eingeschränkt werden soll. Weiterhin sollen durch diese einleitenden Ausdrücke sämtliche Möglichkeiten, die hierdurch eingeleiteten Merkmale mit anderen Merkmalen zu kombinieren, seien es optionale oder nicht-optionale Merkmale, unangetastet bleiben.

[0013] In einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird daher ein Kühlkreislauf vorgeschlagen. Der Begriff "Kühlkreislauf", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Be-

deutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf ein System und bevorzugt geschlossenes System beziehen, das mittels eines Verdichters Wärmeenergie von einer kälteren, zu kühlenden, Stelle in eine wärmere Umgebung transportiert. Der Kühlkreislauf kann dabei auf einem thermodynamischen Kreisprozess beruhen.

[0014] Der Kühlkreislauf umfasst einen Kältemittelverdichter mit einem Verdichterantrieb.

[0015] Der Begriff "Kältemittelverdichter", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf eine Maschine (Fluidenergiemaschine) beziehen, die einem eingeschlossenen Gas mechanische Arbeit zuführt. Verdichter werden zum Komprimieren von Gasen verwendet. Sie erhöhen den Druck und die Dichte des Gases.

[0016] Der Begriff "Verdichterantrieb", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf eine Maschine oder Vorrichtung beziehen, die zum Antreiben des Kältemittelverdichters ausgebildet ist, so dass dieser den Verdichtungsprozess durchführt. Eine solche antreibende Maschine ist eine Kraftmaschine oder umfasst eine Kraftmaschine, die häufig auch als Motor bezeichnet wird. Weiteres technisches Mittel ist häufig ein zwischen der angetriebenen Arbeitsmaschine in Form des Kältemittelverdichters und der antreibenden Maschine eingefügtes Getriebe, das die Bewegung und/oder die Kraft bzw. das Drehmoment ändert. Elektromotoren ist mindestens eine Dynamomaschine als weitere Kraftmaschine vorgeschaltet. Zum erweiterten Antrieb ist diese und sind die Übertragungsleitungen zuzuzählen. Die Energie, die benötigt wird, um die antreibende Kraft bereitzustellen, kann grundsätzliche elektrische Energie oder Verbrennungsenergie sein, wobei erstere auf dem technischen Gebiet der Erfindung üblich ist.

[0017] Der Kühlkreislauf umfasst weiterhin einen Wärmeübertrager mit einem Fluidsammelraum. Der Fluidsammelraum ist zum Bilden eines Kältemittelvorrats aus Kältemittel ausgebildet. Der Begriff "Wärmeübertrager", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen Apparat beziehen, der thermische Energie von einem Stoffstrom auf einen anderen überträgt.

[0018] Der Wärmeübertrager kann ein Verflüssiger oder Gaskühler sein. Der Begriff "Verflüssiger", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen Apparat beziehen, in welchem ein Stoff vom gasförmigen Aggregatzustand in den flüssigen Aggregatzustand durch Kondensation überführt wird. Der Begriff "Verflüssiger" wird synonym zu dem Begriff "Kondensator" verwendet. In Kälteanlagen dienen Verflüssiger der Verflüssigung des dampfförmigen Kältemittels. Das ermöglicht in Kälteanlagen einen geschlossenen Kreisprozess. Der Begriff "Gaskühler", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen Apparat beziehen, der einem Gas Wärme entzieht und dieses somit abkühlt. So erfolgt beispielsweise bei einer überkritischen Betriebsweise keine Verflüssigung des Kältemittels.

[0019] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung erfolgt in dem Wärmeübertrager somit bei unterkritischer Betriebsweise eine Verflüssigung des Kältemittels, wie dies bei den üblichen kommerziell eingesetzten Kältemitteln (außer Kohlendioxid - CO_2) der Fall ist, jedoch bei überkritischer Betriebsweise nur eine Kühlung des Kältemittels, ohne dass dieses verflüssigt wird.

[0020] Der Begriff "Fluidsammelraum", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen Raum beziehen, in dem Kältemittel vorübergehend gesammelt und gespeichert wird. Somit sammelt sich bei unterkritischer Betriebsweise im Fluidsammelraum flüssiges Kältemittel, jedoch bei überkritischer Betriebsweise gekühltes, gasförmiges Kältemittel. Der Fluidsammelraum kann ein Flüssigkeitsabscheider sein. Der Zweck eines Flüssigkeitsabscheiders ist die kontinuierliche Zufuhr von flüssigem Kältemittel zum Expansionsorgan sowie das Speichern von überschüssigem Kältemittel im Kreislauf.

[0021] Der Kühlkreislauf umfasst weiterhin eine Zufuhreinheit. Die Zufuhreinheit weist eine Pumpe auf. Die Zufuhreinheit ist mit dem Fluidsammelraum und dem Kältemittelverdichter verbunden. Die Zufuhreinheit ist zum wahlweisen Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu mindestens einer vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs mittels der Pumpe bei einem vorbestimmten Druck oberhalb eines Abgabedruckes des Kältemittelverdichters ausgebildet.

[0022] Der Begriff "Kühlstelle", wie er hier verwendet

wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen Ort beziehen, an dem eine Kühlung stattfindet bzw. stattfinden soll. Entsprechend findet an der Kühlstelle eine Wärmeabfuhr mittels des Kältemittels statt, das dabei Wärme aufnimmt.

[0023] Der Begriff "Zufuhreinheit", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf eine Vorrichtung beziehen, die eingerichtet ist, Kältemittel aus dem Fluidsammelraum zu entnehmen und dieses mittels zu dem Kältemittelverdichter und/oder dem Verdichterantrieb zu fördern, wo das Kältemittel zur Kühlung des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs verwendet wird.

[0024] Der Begriff "wahlweises Zuführen" und seine grammatikalischen Äquivalente, wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf ein gezieltes oder gesteuertes Zuführen zu dem Kältemittelverdichter und/oder dem Verdichterantrieb in einer Weise verstanden werden, dass die Zufuhr parallel bzw. gemeinsam oder seriell bzw. einzeln erfolgt. Mit anderen Worten besteht eine Fluidverbindung von dem Fluidsammelraum grundsätzlich sowohl zu dem Kältemittelverdichter als auch zu dem Verdichterantrieb, die Zufuhr kann dabei so eingestellt werden, dass sie sowohl zu dem Kältemittelverdichter als auch zu dem Verdichterantrieb oder ausschließlich zu dem Kältemittelverdichter oder ausschließlich zu dem Verdichterantrieb erfolgt.

[0025] Der Begriff "Pumpe", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf eine Pumpe beziehen, die einen hohen Druck erzeugt, der erzeugte Druck liegt dabei in jedem Fall oberhalb des Abgabedruckes des Kältemittelverdichters. Das Arbeitsprinzip der Pumpe umfasst dabei sowohl die mechanisch als auch die thermisch angetriebene Druckerhöhung.

[0026] Entsprechend erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Kühlkreislauf eine Kühlung ausgewählter Bereiche in oder an einem Kältemittelverdichter sowie alternativ oder zusätzlich ausgewählter Bereiche des Verdichterantriebs mit gezielter Zufuhr von kühlendem Kältemittel. Die Zufuhr von Kältemittel erfolgt mit einem Druck oberhalb des Hochdrucks im Kältekreislauf. Die notwendige Druckbereitstellung erfolgt durch eine Pumpe für flüssi-

ges oder überkritisches Kältemittel. Zunächst wird Kältemittel auf der Hochdruckseite im flüssigen oder überkritischen Zustand nach dem Wärmeübertrager in Form eines Verflüssigers/Gaskühlers aus einem Reservoir entnommen und über eine Pumpe auf ein Druckniveau deutlich oberhalb des Hochdrucks komprimiert. Dieses Druckniveau ist einerseits so zu wählen, dass sowohl durch Druckverluste innerhalb der nachfolgenden Leitungen und Komponenten keinerlei Verdampfung auftritt. Andererseits muss ein hinreichendes Druckniveau erreicht werden, um eine Rückführung des Kältemittels nach Durchströmung der ausgewählten Bereiche des Kältemittelverdichters und/oder Verdichterantriebs zu dem Wärmeübertrager bzw. Verflüssiger zu ermöglichen. Dabei ist der Kühlkreislauf so gestaltet, dass jederzeit gewechselt werden kann zwischen einer Kühlung der ausgewählten Bereiche des Kältemittelverdichters alleine, des Verdichterantriebs alleine oder des Kältemittelverdichters und des Verdichterantriebs zusammen. Durch diese Ausgestaltung des Kühlkreislaufs wird eine Effizienzsteigerung realisiert.

[0027] Weiterhin wird durch den erfindungsgemäßen Kühlkreislauf eine Trennung von Hauptkältemittelstrom zur Verdichtung und Nebenkältemittelmassenstrom zur Kühlung von Verdichterantrieb, wie beispielsweise ein Motor, und Verdichter realisiert. Beispielsweise erlaubt der Kühlkreislauf eine Kühlung der Verdichtung durch Um- bzw. Durchströmung der Laufbuchse und der Ventilplatte sowie durch Sprühen des Kältemittels an die Unterseite des Kolbenbodens. Außerdem erlaubt der Kühlkreislauf eine Kühlung des Verdichterantriebs, wie beispielsweise eines Elektromotors und der ggf. vorhandenen Elektronik, durch gezieltes Sprühen des Kältemittels an die Kühlstellen.

[0028] Die Erfindung basiert somit auf der Bereitstellung eines separaten Kältemittelmassenstroms zur Kühlung des Verdichters auf einem Druckniveau oberhalb des Hochdrucks innerhalb der Kälteanlage, sofern notwendig sogar im überkritischen Zustand. Der separate Kältemittelmassenstrom kann in seiner Größe so gewählt werden, dass er gerade die Kühlung des Verdichters, insbesondere auch seines Antriebs realisiert und zusätzlich den Verdichtungsprozess, wie beispielsweise die Wandung des Arbeitsraums, selbst kühlen kann. Hierbei wird Kältemittel zur Kühlung gezielt an die Stellen gebracht, wo Kühlung notwendig ist. Die hohen Wärmeübergangskoeffizienten des Blasen- bzw. Strömungssiedens können genutzt werden, was den Wärmeübergang auf kleiner Fläche begünstigt. Die Druckänderungsarbeit für den Kühlmassenstrom wird ausschließlich durch eine Verdichtung von Flüssigkeit/überkritischem Fluid realisiert und ist damit besonders energieeffizient. Es wird eine besonders effiziente Art der Kühlung des Arbeitsraums und des Elektromotors erzielt, ohne dabei mit dem Sauggas zu interagieren. Der Liefergrad und die Energieeffizienz des Kältemittelverdichters werden dadurch verbessert. Die zu kühlenden Bauteile werden homogener und bedarfsgerechter gekühlt. Kleinere Leckagen

zwischen Kühlmassenstrom und Hauptmassenstrom sind unerheblich im Sinne der Anlagenbetriebssicherheit.

[0029] Die Zufuhreinheit kann mittels mindestens einer Zufuhrleitung mit dem Kältemittelverdichter und mittels mindestens einer Rückführungsleitung mit dem Wärmeübertrager verbunden sein. Dabei kann der vorbestimmte Druck so gewählt sein, dass er mindestens Druckverluste in der Zufuhrleitung und der Rückführungsleitung kompensiert. Somit ist das Druckniveau so zu wählen, dass die Druckverluste innerhalb der nachfolgenden Leitungen, Drosseln, Kanälen und dergleichen gerade überwunden wird, um am Eintritt in den Verflüssiger/Gaskühler wieder rückgeführt zu werden können.

[0030] Der Kältemittelverdichter kann ein Hubkolbenverdichter mit mindestens einem Arbeitsraum und mit mindestens einem Kolben sein. Dabei kann der Kolben beweglich in dem Arbeitsraum angeordnet sein. Der Arbeitsraum kann von mindestens einer Ventilplatte und einer Kältemittelverdichterwand begrenzt sein. Die vorbestimmte Kühlstelle kann mindestens die Kältemittelverdichterwand, die Ventilplatte des Kältemittelverdichters und/oder eine Unterseite des Kolbens umfassen. Damit lassen sich besonders effizient Teile des Kältemittelverdichters nach Bedarf kühlen.

[0031] Der Begriff "Hubkolbenverdichter", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen Verdichter beziehen, bei dem das Gas in einem Zylinder von einem hin- und hergehenden Kolben in den Arbeitsraum angesaugt, dort verdichtet und wieder ausgestoßen wird. Diese Verdichter arbeiten zyklisch, haben vergleichsweise geringe Volumenströme und hohe Druckverhältnisse. Ansaug- und Auslassventil sind selbstständig arbeitende Platten- oder Lamellenventile.

[0032] Der Begriff "Arbeitsraum", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen Raum eines Verdichters beziehen, in dem die Verdichtung des Gases stattfindet. Der Arbeitsraum befindet sich zwischen dem Verdichtergehäuse und einem oder mehreren Verdrängern, wie beispielsweise Kolben. Der Arbeitsraum befindet sich aus Sicht des Flusses des Arbeitsstoffs bei einem Verdichter zwischen einer Saugkammer, in die das Gas zunächst eingesaugt wird, und einer Druckkammer, der das verdichtete Gas zugeführt wird, bevor es aus dem Verdichter ausgestoßen wird. Beispielsweise wird bei einem Hubkolbenverdichter Gas in einem Zylinder von einem hin- und hergehenden Kolben in die Saugkammer angesaugt, im Arbeitsraum verdichtet und das verdichtete Gas aus der Druckkammer wieder ausgestoßen.

[0033] Der Begriff "Ventilplatte", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf ein plattenförmiges Bauteil beziehen, das den Arbeitsraum eines Verdichters verschließt und in welchem Ventile zum Einlassen eines aus einem Saugkammer stammend fluiden Mediums in und Auslassen des fluiden Mediums aus dem Arbeitsraum in eine Druckkammer angeordnet sind. Bei einem Hubkolbenverdichter ist die Ventilplatte üblicherweise auf der dem oberen Totpunkt des Kolbens zugewandten Seite des Verdichtergehäuses angeordnet.

[0034] Die Kältemittelverdichterwand und/oder die Ventilplatte können mindestens einen Kältemittelkanal aufweisen. Dabei kann die Zufuhreinheit mit dem Kältemittelkanal fluidverbunden sein. Das Kältemittel wird somit vorzugsweise in flüssiger Form durch einen oder mehrere Kanäle in der Struktur um den Arbeitsraum geleitet. Die Kanäle sind so einzubringen, dass die geometrische Anordnung auf eine Temperatur innerhalb des Arbeitsraumes oberhalb derer des zur Kühlung verwendeten Kältemittels zu erwarten ist. Beim Durchströmen nimmt das durchgeleitete Kältemittel Wärme auf und kühlt damit die Wände des Arbeitsraumes. Dabei können insbesondere die hohen Wärmeübergangskoeffizienten beim Blasen- bzw. Strömungssieden genutzt werden. Besonders vorteilhaft ist das Durchströmen der Ventilplatte. Hierbei sollen die Strömungskanäle so gewählt sein, dass die Wärmeübertragung auf das eigentliche Sauggas möglichst geringgehalten wird. Der Kältemittel-massenstrom durch die einzelnen Kanäle soll so gewählt sein, dass gerade ein vollständiges Verdampfen realisiert wird. Das vollständig verdampfte bzw. erwärmte Kältemittel wird vor dem Verflüssiger/Gaskühler wieder in den Hauptmassenstrom zurückgeführt.

[0035] Die Zufuhreinheit kann zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite des Kolbens ausgebildet sein. Damit kann der Kolben besonders effizient während des Verdichtungsvorgangs gekühlt werden.

[0036] Die Zufuhreinheit kann mindestens eine erste Einspritzdüse zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite des Kolbens aufweisen. Dadurch wird ein Eindüsen des Kältemittels realisiert, das entsprechend vorzugsweise so geschehen kann, dass der fein vernebelte Kältemittelstrahl gut verteilt auf die Unterseite des Kolbens aufgebracht wird. Dadurch wird die Oberfläche des Kältemittels, die zur Wärmeübertragung zur Verfügung steht, vergrößert.

[0037] Der Verdichterantrieb kann einen Elektromotor mit einem Stator und einem Rotor aufweisen. Dabei kann die vorbestimmte Kühlstelle den Stator, den Rotor, und/oder einen Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor umfassen. Das Kältemittel wird durch geeignete Öffnungen gezielt an den Elektromotor und insbesondere Stator, Rotor, Luftspalt gebracht. Dabei nimmt das Käl-

temittel Wärme auf. Über eine Rückführung ggf. mit Ölabscheidung gelangt das erwärmte Kältemittel zurück auf die Eingangsseite des Verflüssigers/Gaskühlers.

[0038] Die Zufuhreinheit kann zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor ausgebildet sein. Damit kann der Stator, der Rotor, und/oder der Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor besonders effizient gekühlt werden.

[0039] Die Zufuhreinheit kann mindestens eine zweite Einspritzdüse zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor aufweisen. Dadurch wird ein Eindüsen des Kältemittels realisiert, das entsprechend vorzugsweise so geschehen kann, dass der fein vernebelte Kältemittelstrahl gut verteilt auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor gebracht wird. Dadurch wird die Oberfläche des Kältemittels, die zur Wärmeübertragung zur Verfügung steht, vergrößert.

[0040] Der Elektromotor kann in einem abgedichteten Motorgehäuse angeordnet sein. Dadurch gelangt kein Kältemittel in die Umgebung, so dass die Betriebssicherheit erhöht wird.

[0041] Der Elektromotor kann mit einer Leistungselektronik verbunden sein. Dabei umfasst die vorbestimmte Kühlstelle mindestens ein Bauteil der Leistungselektronik. Bei neueren Verdichtern ist beispielsweise zusätzlich an den Motor noch eine Leistungselektronik angebracht. Das ist insbesondere auch im Kfz-Klimabereich einsetzbar, da dort kompakt gebaut werden muss und die Kühlung schwierig ist.

[0042] Der Begriff "Leistungselektronik", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf Bauteile beziehen, die zur Umformung elektrischer Energie mit schaltenden elektronischen Bauelementen ausgebildet sind. Die Umformung elektrischer Energie mit Umformern, das sind rotierende Maschinensätze bestehend aus einem Elektromotor und Generator, oder auch Leistungstransformatoren werden nicht zur Leistungselektronik gerechnet. Typische Bauteile der Leistungselektronik sind Diac (zur Ansteuerung von Thyristoren), bipolarer Leistungstransistor (Schaltnetzteile und DC/DC-Wandler), Leistungs-MOSFET (Schaltnetzteile und DC/DC-Wandler), GTO-Thyristor (Integrated Gate Commutated Thyristor, IGCT) (Stromrichter großer Leistung), IGBT (Schaltnetzteile, Motorsteuerungen, Umrichter), Thyristor (Stromrichter, Halbleiterrelais, Impulsstromquellen), Triac (Dimmer, Halbleiterrelais), Dioden zur Gleichrichtung und als Freilaufdioden (Schottkydioden für kleine Spannungen bis etwa 200 V, Siliziumdioden für Spannungen bis einige Kilovolt), und Leistungskondensatoren.

[0043] Gleichrichter dienen dazu, aus Wechselstrom

Gleichstrom zu generieren. Sie bestehen aus mehreren nicht gesteuerten Dioden oder aktiv gesteuerten Bauelementen wie Thyristoren oder IGBTs, die durch ihre Zusammenschaltung zu Gleichrichtern werden. In der Leistungselektronik werden insbesondere Dreiphasengleichrichter wie die Sechspulsschaltung oder die Zwölfpulsschaltung angewendet. Als gesteuerte Stromrichter werden Gleichrichter-Schaltungen bezeichnet, die mit Thyristoren, GTO-Thyristoren oder IGBT arbeiten und es gestatten, die Ausgangsspannung stufenlos zu verstellen. Hier verschiebt eine Phasenanschnittsteuerung das Einschalten der elektronischen Schalter innerhalb der Periode um einen einstellbaren Winkel. Sie sind oft in der Lage, den Strom von der Gleichstromseite auch zurück ins Netz zu speisen (Vierquadrantenbetrieb). Wechselrichter (auch Inverter) können Gleichspannung in Wechselspannung umwandeln. Gleichstromsteller werden bei Gleichstromspeisung mit Aufwärtswandlern (Hochsetzstellern engl. step up converter, boost converter) und Abwärtswandlern (Tiefsetzstellern, buck-Regler, step down converter). Auch die sogenannte "aktive PFC" (Leistungsfaktorkorrektur) arbeitet mit einem dem Netzgleichrichter nachgeschalteten Aufwärtswandler. Diese Gleichstromsteller arbeiten mit Bipolartransistoren, MOSFET oder IGBT. Oft werden bei Gleichstromstellern statt Dioden Synchrongleichrichter realisiert, sodass es prinzipiell auch hier möglich ist, Strom zurückzuspeisen. Als Wechselstromsteller werden Schaltungen mit Thyristoren oder Triacs bezeichnet, mit denen Helligkeitssteuerungen von Lampen (Dimmer), Temperaturregelungen von Heizwiderständen oder Ansteuerungen von Magnetspulen oder Motoren realisiert werden. Zwei gegenläufig parallel geschaltete Thyristoren oder ein Triac schalten hier ebenfalls mit einer Phasenanschnittsteuerung beide Halbschwingungen des Wechselstromes in einem bestimmten Phasenwinkel durch. Halbleiterrelais (engl. solid state relay) sind elektronische Wechselspannungsschalter und arbeiten ebenfalls mit Thyristoren oder Triac, sie verfügen über eine eingebaute Potentialtrennung zwischen Netz- und Signalstromkreis und schalten entweder sofort oder stets im Nulldurchgang der Wechselspannung, um so Störemissionen zu verhindern. Schaltnetzteile wandeln Netzspannung in potentialgetrennte, geregelte Gleichspannungen um und arbeiten mit einem gesteuerten Wechselrichter, der aus der gleichgerichteten Netzwechselspannung zunächst eine Wechselspannung hoher Frequenz erzeugt, die anschließend transformiert und gleichgerichtet wird. Schaltnetzteile arbeiten mit Bipolartransistoren, MOSFET oder IGBT.

[0044] Der Kühlkreislauf kann weiterhin einen Nachkühler zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat umfassen. Der Nachkühler erhöht die Kühlungsleistung beim Kühlen des Verdichters bzw. dessen Antriebs, da dem unter Druck stehenden Kältemittel zusätzlich Wärme entzogen wird. Der Nachkühler kann beispielsweise ausgebildet sein zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat auf eine Temperatur, die

im Wesentlichen identisch zu einer Umgebungstemperatur des Kühlkreislaufs ist. Der Nachkühler kann zwischen der Pumpe und dem Kältemittelverdichter bzw. dem Verdichterantrieb angeordnet sein.

[0045] Die Zufuhreinheit kann zum Zuführen von im Wesentlichen einphasigen Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu dem Verdichter und/oder Verdichterantrieb ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Zufuhreinheit zum Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs in einem flüssigen oder überkritischen Zustand ausgebildet sein. Dadurch wird ein sehr effizientes Kühlen des Verdichtungsvorgangs ermöglicht. Dabei eignet sich der Kühlkreislauf für eine Betriebsweise im unterkritischen als auch im überkritischen Bereich des Kältemittels.

[0046] Der Kühlkreislauf kann weiterhin eine Steuereinheit umfassen. Die Steuereinheit kann zum zeitlichen Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs ausgebildet sein. Entsprechend kann das Kältemittel zeitlich getriggert durch die Steuereinheit den Kältemittelverdichter und/oder den Verdichterantrieb kühlen.

[0047] Der Begriff "Steuereinheit", wie er hier verwendet wird, ist ein weiterer Begriff, dem seine gewöhnliche und gängige Bedeutung beigemessen werden soll, wie der Fachmann sie versteht. Der Begriff ist nicht beschränkt auf eine spezielle oder angepasste Bedeutung. Der Begriff kann, ohne Beschränkung, sich insbesondere auf einen zentralen Bestandteil eines Computers beziehen, in dem Rechenoperationen ablaufen und der weitere Funktionen steuert.

[0048] Die Steuereinheit kann zum Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs zumindest basierend auf einer Temperatur des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs ausgebildet sein. Entsprechend kann die Kühlung des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs nach Bedarf erfolgen, wie beispielsweise bei Überschreiten eines Temperaturschwellwerts für den Kältemittelverdichter und/oder den Verdichterantrieb.

[0049] Das zeitliche Steuern kann einen Zeitpunkt und/oder eine Länge der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs umfassen. Entsprechend lässt sich der Zeitpunkt der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs und/oder auch die Länge der Zufuhr und somit die Menge des zugeführten Kältemittels gezielt steuern.

[0050] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlkreislaufs vorgeschlagen. Der Kühlkreislauf weist einen Kältemittelverdichter mit einem Verdichterantrieb zum Antreiben des Kältemittelverdichters, einen Wärmeübertrager, insbesondere ein Verflüssiger oder Gaskühler,

mit einem Fluidsammelraum, wobei der Fluidsammelraum zum Bilden eines Kältemittelvorrats aus Kältemittel ausgebildet ist, und eine Zufuhreinheit auf. Die Zufuhreinheit ist mit dem Fluidsammelraum und dem Kältemittelverdichter verbunden. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte, bevorzugt in der angegebenen Reihenfolge:

- Ansaugen eines Kältemittels mittels des Kältemittelverdichters,
- Verdichten des Kältemittels mittels des Kältemittelverdichters,
- Kühlen, insbesondere Rückkühlen und/oder Verflüssigen, des Kältemittels mittels des Wärmeübertragers,
- Zuführen des gekühlten Kältemittels zu dem Fluidsammelraum, und
- wahlweises Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu mindestens einer vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs.

[0051] Entsprechend erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Kühlung ausgewählter Bereiche in oder an einem Kältemittelverdichter sowie alternativ oder zusätzlich ausgewählter Bereiche des Verdichterantriebs mit gezielter Zufuhr von kühlendem Kältemittel. Die Zufuhr von Kältemittel erfolgt mit einem Druck oberhalb des Hochdrucks im Kältekreislauf. Die notwendige Druckbereitstellung erfolgt durch eine Pumpe für flüssiges oder überkritisches Kältemittel. Zunächst wird Kältemittel auf der Hochdruckseite im flüssigen oder überkritischen Zustand nach dem Wärmeübertrager in Form eines Verflüssigers/Gaskühlers aus einem Reservoir entnommen und über eine Pumpe auf ein Druckniveau deutlich oberhalb des Hochdrucks komprimiert. Dieses Druckniveau ist einerseits so zu wählen, dass sowohl durch Druckverluste innerhalb der nachfolgenden Leitungen und Komponenten keinerlei Verdampfung auftritt. Andererseits muss ein hinreichendes Druckniveau erreicht werden, um eine Rückführung des Kältemittels nach Durchströmung der ausgewählten Bereiche des Kältemittelverdichters und/oder Verdichterantriebs zu dem Wärmeübertrager bzw. Verflüssiger zu ermöglichen. Dabei ist der Kühlkreislauf so gestaltet, dass jederzeit gewechselt werden kann zwischen einer Kühlung der ausgewählten Bereiche des Kältemittelverdichters alleine, des Verdichterantriebs alleine oder des Kältemittelverdichters und des Verdichterantriebs zusammen. Durch diese Ausgestaltung des Kühlkreislaufs wird eine Effizienzsteigerung realisiert.

[0052] Weiterhin wird durch das erfindungsgemäße Verfahren eine Trennung von Hauptkältemittelstrom zur Verdichtung und Nebenkältemittelmassenstrom zur Kühlung von Verdichterantrieb, wie beispielsweise ein Motor, und Verdichter realisiert. Beispielsweise erlaubt der Kühlkreislauf eine Kühlung der Verdichtung durch Um- bzw. Durchströmung der Laufbuchse und der Ven-

tilplatte sowie durch Sprühen des Kältemittels an die Unterseite des Kolbenbodens. Außerdem erlaubt der Kühlkreislauf eine Kühlung des Verdichterantriebs, wie beispielsweise eines Elektromotors und der ggf. vorhandenen Elektronik, durch gezieltes Sprühen des Kältemittels an die Kühlstellen.

[0053] Die Erfindung basiert somit auf der Bereitstellung eines separaten Kältemittelmassenstroms zur Kühlung des Verdichters auf einem Druckniveau oberhalb des Hochdrucks innerhalb der Kälteanlage, sofern notwendig sogar im überkritischen Zustand. Der separate Kältemittelmassenstrom kann in seiner Größe so gewählt werden, dass er gerade die Kühlung des Verdichters, insbesondere auch seines Antriebs realisiert und zusätzlich den Verdichtungs Vorgang, wie beispielsweise die Wandung des Arbeitsraums, selbst kühlen kann. Hierbei wird Kältemittel zur Kühlung gezielt an die Stellen gebracht, wo Kühlung notwendig ist. Die hohen Wärmeübergangskoeffizienten des Blase- bzw. Strömungssiedens können genutzt werden, was den Wärmeübergang auf kleiner Fläche begünstigt. Die Druckänderungsarbeit für den Kühlmassenstrom wird ausschließlich durch eine Verdichtung von Flüssigkeit/überkritischem Fluid realisiert und ist damit besonders energieeffizient. Es wird eine besonders effiziente Art der Kühlung des Arbeitsraums und des Elektromotors erzielt, ohne dabei mit dem Sauggas zu interagieren. Der Liefergrad und die Energieeffizienz des Kältemittelverdichters werden dadurch verbessert. Die zu kühlenden Bauteile werden homogener und bedarfsgerechter gekühlt. Kleinere Leckagen zwischen Kühlmassenstrom und Hauptmassenstrom sind unerheblich im Sinne der Anlagenbetriebssicherheit.

[0054] Das Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat kann zu den vorbestimmten Kühlstellen des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs bei einem vorbestimmten Druck oberhalb eines Abgabedrucks des Kältemittelverdichters zugeführt werden.

[0055] Die Zufuhreinheit mittels mindestens einer Zufuhrleitung mit dem Kältemittelverdichter und mittels mindestens einer Rückführungsleitung mit dem Wärmeübertrager verbunden sein. Dabei kann der vorbestimmte Druck so gewählt werden, dass er mindestens Druckverluste in der Zufuhrleitung und der Rückführungsleitung kompensiert. Somit ist das Druckniveau so zu wählen, dass die Druckverluste innerhalb der nachfolgenden Leitungen, Drosseln, Kanälen und dergleichen gerade überwunden wird, um am Eintritt in den Verflüssiger/Gaskühler wieder rückgeführt zu werden können.

[0056] Der Kältemittelverdichter kann ein Hubkolbenverdichter mit mindestens einem Arbeitsraum und mit mindestens einem Kolben sein. Dabei kann der Kolben beweglich in dem Arbeitsraum angeordnet sein. Der Arbeitsraum kann von mindestens einer Ventilplatte und einer Kältemittelverdichterwand begrenzt sein. Die vorbestimmte Kühlstelle kann mindestens die Kältemittelverdichterwand, die Ventilplatte des Kältemittelverdichters und/oder eine Unterseite des Kolbens umfassen.

Damit lassen sich besonders effizient Teile des Kältemittelverdichters nach Bedarf kühlen.

[0057] Die Kältemittelverdichterwand und/oder die Ventilplatte können mindestens einen Kältemittelkanal aufweisen. Dabei kann die Zufuhreinheit mit dem Kältemittelkanal fluidverbunden werden. Das Kältemittel kann dem Kältemittelkanal zugeführt werden. Das Kältemittel wird somit vorzugsweise in flüssiger Form durch einen oder mehrere Kanäle in der Struktur um den Arbeitsraum geleitet. Die Kanäle sind so einzubringen, dass die geometrische Anordnung auf eine Temperatur innerhalb des Arbeitsraumes oberhalb derer des zur Kühlung verwendeten Kältemittels zu erwarten ist. Beim Durchströmen nimmt das durchgeleitete Kältemittel Wärme auf und kühlt damit die Wände des Arbeitsraumes. Dabei können insbesondere die hohen Wärmeübergangskoeffizienten beim Blasen- bzw. Strömungssieden genutzt werden. Besonders vorteilhaft ist das Durchströmen der Ventilplatte. Hierbei sollen die Strömungskanäle so gewählt sein, dass die Wärmeübertragung auf das eigentliche Sauggas möglichst geringgehalten wird. Der Kältemittelmassenstrom durch die einzelnen Kanäle soll so gewählt sein, dass gerade ein vollständiges Verdampfen realisiert wird. Das vollständig verdampfte bzw. erwärmte Kältemittel wird vor dem Verflüssiger/Gaskühler wieder in den Hauptmassenstrom zurückgeführt.

[0058] Das Kältemittel kann auf die Unterseite des Kolbens gesprüht werden. Damit kann der Kolben besonders effizient während des Verdichtungs Vorgangs gekühlt werden.

[0059] Das Kältemittel kann auf die Unterseite des Kolbens mittels einer ersten Einspritzdüse gesprüht werden. Dadurch wird ein Eindüsen des Kältemittels realisiert, das entsprechend vorzugsweise so geschehen kann, dass der fein vernebelte Kältemittelstrahl gut verteilt auf die Unterseite des Kolbens aufgebracht wird. Dadurch wird die Oberfläche des Kältemittels, die zur Wärmeübertragung zur Verfügung steht, vergrößert.

[0060] Der Verdichterantrieb kann einen Elektromotor mit einem Stator und einem Rotor aufweisen. Dabei kann die vorbestimmte Kühlstelle den Stator, den Rotor, und/oder einen Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor umfassen. Das Kältemittel wird durch geeignete Öffnungen gezielt an den Elektromotor und insbesondere Stator, Rotor, Luftspalt gebracht. Dabei nimmt das Kältemittel Wärme auf. Über eine Rückführung ggf. mit Ölabscheidung gelangt das erwärmte Kältemittel zurück auf die Eingangsseite des Verflüssigers/Gaskühlers.

[0061] Das Kältemittel kann auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor gesprüht werden. Damit kann der Stator, der Rotor, und/oder der Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor besonders effizient gekühlt werden.

[0062] Das Kältemittel kann auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor mittels einer zweiten Einspritzdüse gesprüht werden. Dadurch wird ein Eindüsen des Kältemittels realisiert, das entsprechend vorzugsweise so geschehen kann,

dass der fein vernebelte Kältemittelstrahl gut verteilt auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor gebracht wird. Dadurch wird die Oberfläche des Kältemittels, die zur Wärmeübertragung zur Verfügung steht, vergrößert.

[0063] Der Elektromotor in einem abgedichteten Motorgehäuse kann angeordnet werden. Dadurch gelangt kein Kältemittel in die Umgebung, so dass die Betriebssicherheit erhöht wird.

[0064] Der Elektromotor kann mit einer Leistungselektronik verbunden werden. Dabei umfasst die vorbestimmte Kühlstelle mindestens ein Bauteil der Leistungselektronik.

[0065] Das Verfahren kann weiterhin Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat mittels eines Nachkühlers umfassen. Der Nachkühler erhöht die Kühlungsleistung beim Kühlen des Verdichters bzw. dessen Antriebs, da dem unter Druck stehenden Kältemittel zusätzlich Wärme entzogen wird. Das Nachkühlen kann beispielsweise durchgeführt werden zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat auf eine Temperatur, die im Wesentlichen identisch zu einer Umgebungstemperatur des Kühlkreislaufs ist. Das Nachkühlen kann zwischen der Pumpe und dem Kältemittelverdichter bzw. dem Verdichterantrieb erfolgen.

[0066] Das Kältemittel kann im Wesentlichen in einem einphasigen Zustand aus dem Kältemittelvorrat zu dem Verdichter und/oder Verdichterantrieb und/oder in einem flüssigen oder überkritischen Zustand zugeführt werden. Dadurch wird ein sehr effizientes Kühlen des Verdichtungs Vorgangs ermöglicht. Dabei eignet sich der Kühlkreislauf für eine Betriebsweise im unterkritischen als auch im überkritischen Bereich des Kältemittels.

[0067] Das Verfahren kann weiterhin zeitliches Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs umfassen. Entsprechend kann das Kältemittel zeitlich getriggert den Kältemittelverdichter und/oder den Verdichterantrieb kühlen.

[0068] Die Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs kann zumindest basierend auf einer Temperatur des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs zeitlich gesteuert werden. Entsprechend kann die Kühlung des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs nach Bedarf erfolgen, wie beispielsweise bei Überschreiten eines Temperaturschwellwerts für den Kältemittelverdichter und/oder den Verdichterantrieb.

[0069] Das zeitliche Steuern kann einen Zeitpunkt und/oder eine Länge der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs umfassen. Kältemittelverdichter und/oder Verdichterantrieb umfassen. Entsprechend lässt sich der Zeitpunkt der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs und/oder auch die Länge der Zufuhr und somit die Menge des zu-

geführten Kältemittels gezielt steuern.

[0070] Ferner wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Computerprogramm vorgeschlagen, das bei Ablauf auf einem Computer oder Computer-Netzwerk das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen ausführt.

[0071] Weiterhin wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln vorgeschlagen, um das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer oder Computer-Netzwerk ausgeführt wird. Insbesondere können die Programmcode-Mittel auf einem computerlesbaren Datenträger und/oder einem computerlesbaren Speichermedium gespeichert sein.

[0072] Der Begriffe "computerlesbarer Datenträger" und "computerlesbares Speichermedium", wie sie hier verwendet werden, können sich insbesondere auf nicht-transitorische Datenspeicher beziehen, beispielsweise ein Hardware-Datenspeichermedium, auf welchem computer-ausführbare Instruktionen gespeichert sind. Der computerlesbare Datenträger oder das computerlesbare Speichermedium können insbesondere ein Speichermedium wie ein Random-Access Memory (RAM) und/oder ein Read-Only Memory (ROM) sein oder umfassen.

[0073] Außerdem wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Datenträger vorgeschlagen, auf dem eine Datenstruktur gespeichert ist, die nach einem Laden in einen Arbeits-und/oder Hauptspeicher eines Computers oder Computer-Netzwerkes das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen ausführen kann.

[0074] Auch wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Computerprogramm-Produkt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode-Mitteln vorgeschlagen, um das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer oder Computer-Netzwerk ausgeführt wird.

[0075] Dabei wird unter einem Computer-Programmprodukt das Programm als handelbares Produkt verstanden. Es kann grundsätzlich in beliebiger Form vorliegen, so zum Beispiel auf Papier oder einem computerlesbaren Datenträger und kann insbesondere über ein Datenübertragungsnetz verteilt werden.

[0076] Schließlich wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein modulierte Datensignal vorgeschlagen, welches von einem Computersystem oder Computernetzwerk ausführbare Instruktionen zum Ausführen eines Verfahrens nach einer der beschriebenen Ausführungsformen enthält.

[0077] Im Hinblick auf die computer-implementierten Aspekte der Erfindung können einer, mehrere oder sogar alle Verfahrensschritte des Verfahrens gemäß einer oder mehreren der hier vorgeschlagenen Ausgestaltungen mittels eines Computers oder Computer-Netzwerks durchgeführt werden. Somit können, allgemein, jegliche der Verfahrensschritte, einschließlich der Bereitstellung und/oder Manipulation von Daten mittels eines Compu-

ters oder Computer-Netzwerks durchgeführt werden. Allgemein können diese Schritte jegliche der Verfahrensschritte umfassen, ausgenommen der Schritte, welche manuelle Arbeit erfordern, beispielsweise das Bereitstellen von Proben und/oder bestimmte Aspekte der Durchführung tatsächlicher Messungen.

[0078] Zusammenfassend werden, ohne Beschränkung weiterer möglicher Ausgestaltungen, folgende Ausführungsformen vorgeschlagen:

Ausführungsform 1: Kühlkreislauf umfassend

einen Kältemittelverdichter mit einem Verdichterantrieb zum Antreiben des Kältemittelverdichters,

einen Wärmeübertrager insbesondere ein Verflüssiger oder Gaskühler, mit einem Fluidsammelraum, wobei der Fluidsammelraum zum Bilden eines Kältemittelvorrats aus Kältemittel ausgebildet ist, und

eine Zufuhreinheit, wobei die Zufuhreinheit eine Pumpe aufweist, wobei die Zufuhreinheit mit dem Fluidsammelraum und dem Kältemittelverdichter verbunden ist, wobei die Zufuhreinheit zum wahlweisen Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu mindestens einer vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs mittels der Pumpe bei einem vorbestimmten Druck oberhalb eines Abgabedruckes des Kältemittelverdichters ausgebildet ist.

Ausführungsform 2: Kühlkreislauf nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Zufuhreinheit mittels mindestens einer Zufuhrleitung mit dem Kältemittelverdichter und mittels mindestens einer Rückführungsleitung mit dem Wärmeübertrager verbunden ist, wobei der vorbestimmte Druck so gewählt ist, dass er mindestens Druckverluste in der Zufuhrleitung und der Rückführungsleitung kompensiert.

Ausführungsform 3: Kühlkreislauf nach einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Kältemittelverdichter ein Hubkolbenverdichter mit mindestens einem Arbeitsraum und mit mindestens einem Kolben ist, wobei der Kolben beweglich in dem Arbeitsraum angeordnet ist, wobei der Arbeitsraum von mindestens einer Ventilplatte und einer Kältemittelverdichterwand begrenzt ist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle mindestens die Kältemittelverdichterwand, die Ventilplatte des Kältemittelverdichters und/oder eine Unterseite des Kolbens umfasst.

Ausführungsform 4: Kühlkreislauf nach der vorher-

gehenden Ausführungsform, wobei die Kältemittelverdichtwand und/oder die Ventilplatte mindestens einen Kältemittelkanal aufweist, wobei die Zufuhreinheit mit dem Kältemittelkanal fluidverbunden ist.

5

Ausführungsform 5: Kühlkreislauf nach einer der beiden vorhergehenden Ausführungsformen, wobei die Zufuhreinheit zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite des Kolbens ausgebildet ist.

10

Ausführungsform 6: Kühlkreislauf nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Zufuhreinheit mindestens eine erste Einspritzdüse zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite des Kolbens aufweist.

15

Ausführungsform 7: Kühlkreislauf nach einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Verdichterantrieb einen Elektromotor mit einem Stator und einem Rotor aufweist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle den Stator, den Rotor, und/oder einen Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor umfasst.

20

Ausführungsform 8: Kühlkreislauf nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Zufuhreinheit zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor ausgebildet ist.

25

30

Ausführungsform 9: Kühlkreislauf nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Zufuhreinheit mindestens eine zweite Einspritzdüse zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor aufweist.

35

Ausführungsform 10: Kühlkreislauf nach einer der drei vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Elektromotor in einem abgedichteten Motorgehäuse angeordnet ist.

40

Ausführungsform 11: Kühlkreislauf nach einer der vier vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Elektromotor mit einer Leistungselektronik verbunden ist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle mindestens ein Bauteil der Leistungselektronik umfasst.

45

Ausführungsform 12: Kühlkreislauf nach einer der vorhergehenden Ausführungsformen, weiterhin umfassend einen Nachkühler zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat, insbesondere zum Kühlen auf eine Temperatur, die im Wesentlichen identisch zu einer Umgebungstemperatur des Kühlkreislaufs ist.

50

55

Ausführungsform 13: Kühlkreislauf nach einer der vorhergehenden Ausführungsformen, wobei die Zu-

fuhreinheit zum Zuführen von im Wesentlichen einphasigen Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu dem Verdichter und/oder Verdichterantrieb ausgebildet ist und/oder wobei die Zufuhreinheit zum Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs in einem flüssigen oder überkritischen Zustand ausgebildet ist.

Ausführungsform 14: Kühlkreislauf nach einer der vorhergehenden Ausführungsformen, weiterhin umfassend eine Steuereinheit, wobei die Steuereinheit zum zeitlichen Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs ausgebildet ist.

Ausführungsform 15: Kühlkreislauf nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Steuereinheit ausgebildet ist zum Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs zumindest basierend auf einer Temperatur des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs.

Ausführungsform 16: Kühlkreislauf nach einer der beiden vorhergehenden Ausführungsformen, wobei das zeitliche Steuern einen Zeitpunkt und/oder eine Länge der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs umfasst.

Ausführungsform 17: Verfahren zum Betreiben eines Kühlkreislaufs, wobei der Kühlkreislauf einen Kältemittelverdichter mit einem Verdichterantrieb zum Antreiben des Kältemittelverdichters, einen Wärmeübertrager insbesondere ein Verflüssiger oder Gaskühler, mit einem Fluidsammelraum, wobei der Fluidsammelraum zum Bilden eines Kältemittelvorrats aus Kältemittel ausgebildet ist, und eine Zufuhreinheit, wobei die Zufuhreinheit mit dem Fluidsammelraum und dem Kältemittelverdichter verbunden ist, wobei das Verfahren umfasst:

- Ansaugen eines Kältemittels mittels des Kältemittelverdichters,
- Verdichten des Kältemittels mittels des Kältemittelverdichters,
- Kühlen, insbesondere Rückkühlen und/oder Verflüssigen, des Kältemittels mittels des Wärmeübertragers,
- Zuführen des gekühlten Kältemittels zu dem Fluidsammelraum, und

- wahlweises Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu mindestens einer vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs bei einem vorbestimmten Druck oberhalb eines Abgabedrucks des Kältemittelverdichters. 5

Ausführungsform 18: Verfahren nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Zufuhreinheit mittels mindestens einer Zufuhrleitung mit dem Kältemittelverdichter und mittels mindestens einer Rückführungsleitung mit dem Wärmeübertrager verbunden ist, wobei der vorbestimmte Druck so gewählt wird, dass er mindestens Druckverluste in der Zufuhrleitung und der Rückführungsleitung kompensiert. 10 15

Ausführungsform 19: Verfahren nach einem der Ausführungsformen 17 bis 19, wobei der Kältemittelverdichter ein Hubkolbenverdichter mit mindestens einem Arbeitsraum und mit mindestens einem Kolben ist, wobei der Kolben beweglich in dem Arbeitsraum angeordnet ist, wobei der Arbeitsraum von mindestens einer Ventilplatte und einer Kältemittelverdichterwand begrenzt ist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle mindestens die Kältemittelverdichterwand, die Ventilplatte des Kältemittelverdichters und/oder eine Unterseite des Kolbens umfasst. 20 25

Ausführungsform 20: Verfahren nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Kältemittelverdichterwand und/oder die Ventilplatte mindestens einen Kältemittelkanal aufweist, wobei die Zufuhreinheit mit dem Kältemittelkanal fluidverbunden wird, wobei das Kältemittel dem Kältemittelkanal zugeführt wird. 30 35

Ausführungsform 21: Verfahren nach einer der beiden vorhergehenden Ausführungsformen, wobei das Kältemittel auf die Unterseite des Kolbens gesprüht wird. 40

Ausführungsform 22: Verfahren nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei das Kältemittel auf die Unterseite des Kolbens mittels einer ersten Einspritzdüse gesprüht wird. 45

Ausführungsform 23: Verfahren nach einem der Ausführungsformen 17 bis 23, wobei der Verdichterantrieb einen Elektromotor mit einem Stator und einem Rotor aufweist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle den Stator, den Rotor, und/oder einen Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor umfasst. 50

Ausführungsform 24: Verfahren nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei das Kältemittel auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor gesprüht wird. 55

Ausführungsform 25: Verfahren nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei das Kältemittel auf den Stator, den Rotor, und/oder in den Spalt zwischen dem Stator und dem Rotor mittels einer zweiten Einspritzdüse gesprüht wird.

Ausführungsform 26: Verfahren nach einer der drei vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Elektromotor in einem abgedichteten Motorgehäuse angeordnet wird.

Ausführungsform 27: Verfahren nach einer der vier vorhergehenden Ausführungsformen, wobei der Elektromotor mit einer Leistungselektronik verbunden wird, wobei die vorbestimmte Kühlstelle mindestens ein Bauteil der Leistungselektronik umfasst.

Ausführungsform 28: Verfahren nach einem der Ausführungsformen 17 bis 27, weiterhin umfassend Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat, insbesondere Kühlen auf eine Temperatur, die im Wesentlichen identisch zu einer Umgebungstemperatur des Kühlkreislaufs ist, mittels eines Nachkühlers.

Ausführungsform 29: Verfahren nach einem der Ausführungsformen 17 bis 28, wobei das Kältemittel im Wesentlichen in einem einphasigen Zustand aus dem Kältemittelvorrat zu dem Verdichter und/oder Verdichterantrieb und/oder in einem flüssigen oder überkritischen Zustand zugeführt wird.

Ausführungsform 30: Verfahren nach einem der Ausführungsformen 17 bis 29, weiterhin umfassend zeitliches Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs.

Ausführungsform 31: Verfahren nach der vorhergehenden Ausführungsform, wobei die Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs zumindest basierend auf einer Temperatur des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs zeitlich gesteuert wird.

Ausführungsform 32: Verfahren nach einer der beiden vorhergehenden Ausführungsformen, wobei das zeitliche Steuern einen Zeitpunkt und/oder eine Länge der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle des Kältemittelverdichters und/oder des Verdichterantriebs umfasst.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0079] Weitere Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, insbesondere in Verbindung mit den

Unteransprüchen. Hierbei können die jeweiligen Merkmale für sich alleine oder zu mehreren in Kombination miteinander verwirklicht sein. Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Ausführungsbeispiele sind in den Figuren schematisch dargestellt. Gleiche Bezugsziffern in den einzelnen Figuren bezeichnen dabei gleiche oder funktionsgleiche bzw. hinsichtlich ihrer Funktionen einander entsprechende Elemente.

[0080] Im Einzelnen zeigen:

- Figur 1 ein schematisches Schaltbild eines erfindungsgemäßen Kühlkreislaufs;
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer möglichen Kühlstelle;
- Figur 3 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle;
- Figur 4 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle;
- Figur 5 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle; und
- Figur 6 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0081] Figur 1 zeigt ein schematisches Schaltbild eines erfindungsgemäßen Kühlkreislaufs 100. Der Kühlkreislauf 100 umfasst einen Kältemittelverdichter 102 mit einem Verdichterantrieb 104. Der Kühlkreislauf 100 umfasst weiterhin einen Wärmeübertrager 106. Der Wärmeübertrager 106 ist mit einer nicht näher gezeigten und einen Druckanschluss aufweisenden Druckkammer des Kältemittelverdichters 102 verbunden. Der Wärmeübertrager 106 ist in Abhängigkeit von dem verwendeten Kältemittel ein Verflüssiger oder Gaskühler. Beispielsweise ist der Wärmeübertrager 106 im Fall von NH_3 als Kältemittel als Verflüssiger und im Fall von CO_2 als Kältemittel als Gaskühler ausgebildet. Der Wärmeübertrager 106 weist einen Fluidsammelraum 108 auf. Der Fluidsammelraum 108 ist zum Bilden eines Kältemittelvorrats aus Kältemittel ausgebildet. Der Fluidsammelraum 108 ist in Abhängigkeit von dem verwendeten Kältemittel ein Sammler oder Flüssigkeitsabscheider.

[0082] Um einen geschlossenen Kühlkreislauf 100 zu realisieren weist der Kühlkreislauf 100 weiterhin ein mit dem Wärmeübertrager 106 bzw. dem Fluidsammelraum 108 verbundenes Expansionsorgan 110 und einen Verdampfer 112 auf, der mit dem Expansionsorgan 110 und mit einer nicht näher gezeigten und einen Sauganschluss aufweisenden Saugkammer des Kältemittelverdichters 102 verbunden ist.

[0083] Der Kühlkreislauf 100 umfasst weiterhin eine Zufuhreinheit 114. Die Zufuhreinheit 114 ist mit dem Flu-

idsammelraum 108 und dem Kältemittelverdichter 102 sowie dem Verdichterantrieb 104 verbunden. Die Zufuhreinheit 114 weist eine Pumpe 116 auf. Die Zufuhreinheit 114 ist zum wahlweisen Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat des Fluidsammelraums 108 zu mindestens einer vorbestimmten Kühlstelle 118 des Kältemittelverdichters 102 und/oder des Verdichterantriebs 104 bei einem Druck oberhalb eines Abgabedruckes des Kältemittelverdichters 102 mittels der Pumpe 116 ausgebildet. Die vorbestimmte Kühlstelle 118 ist dabei beispielhaft als Expansionsstelle dargestellt. So ist die Zufuhreinheit 114 mittels mindestens einer Zufuhrleitung 120 sowohl mit dem Fluidsammelraum 108 als auch mit dem Kältemittelverdichter 102 und mittels mindestens einer Rückführungsleitung 122 mit dem Wärmeübertrager 106 verbunden ist. Beispielsweise erstreckt sich die Rückführungsleitung 122 von dem Kältemittelverdichter 102 ausgehend und mündet eine Kältemittelleitung 124, die die Druckkammer des Kältemittelverdichters 102 und den Wärmeübertrager 106 miteinander verbindet. Dabei ist der vorbestimmte Druck so gewählt, dass er mindestens Druckverluste in der Zufuhrleitung 120 und der Rückführungsleitung 122 kompensiert.

[0084] Die Pumpe 116 kann von einem eigenen Antrieb angetrieben werden. Alternativ kann die Pumpe mit durch den Kältemittelverdichter 102 direkt angetrieben werden. Beispielsweise kann die Pumpe 116 entweder mittels eines kleinen Getriebes mit dem Kältemittelverdichter 102 verbunden oder direkt auf der Welle des Kältemittelverdichters 102 angeordnet sein bzw. sitzen. Diese optionale Ausführungsform hat den Vorteil, dass eine Flüssigkeitsleitung zurück zum Kältemittelverdichter 102 gelegt wird, die auf dem Druck des Fluidsammelraums 108 (Verflüssigungsdruck) liegt. Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang die geodätische Anordnung der Pumpe 116 auf einem Höhengniveau unterhalb des Fluidsammelraums. Dadurch wird durch den hydrostatischen Druck gleich der Druck vor bzw. stromaufwärts der Pumpe 116 erhöht und Kavitation weiter vermieden oder verhindert.

[0085] Insbesondere ist die Zufuhreinheit 114 zum Zuführen von im Wesentlichen einphasigen Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 mittels der Pumpe 116 ausgebildet. So ist die Zufuhreinheit 114 weiterhin zum Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 mittels der Pumpe 116 in einem flüssigen oder überkritischen Zustand des Kältemittels ausgebildet ist.

[0086] Der Kühlkreislauf 100 umfasst weiterhin eine Steuereinheit 126. Die Steuereinheit 126 ist zum zeitlichen Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 mittels der Pumpe 116 ausgebildet. Das zeitliche Steuern umfasst einen Zeitpunkt und/oder eine Länge der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 mittels der Pumpe 116. So ist die Steuereinheit 126 ausgebildet zum Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 mittels der Pumpe 116 zumindest basierend auf ei-

ner Temperatur des Kältemittelverdichters 102 und/oder des Verdichterantriebs 104. Das zeitliche Steuern umfasst dabei einen Zeitpunkt und/oder eine Länge der Zufuhr des Kältemittels zu dem Kältemittelverdichter 102 und/oder Verdichterantrieb 104.

[0087] Der Kühlkreislauf 100 umfasst weiterhin einen optionalen Nachkühler 128 zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat. Der Nachkühler 128 ist ausgebildet zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat auf eine Temperatur, die im Wesentlichen identisch zu einer Umgebungstemperatur des Kühlkreislaufs 100 ist. Wie in Figur 1 gezeigt, ist der Nachkühler 128 zwischen der Pumpe 116 und dem Kältemittelverdichter 102 angeordnet. Abweichend zu der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform kann der Kältemittelverdichter 102 ein nicht näher gezeigtes Kältemittelverdichtergehäuse aufweisen, in dem die Pumpe 116 integriert ist.

[0088] Nachstehend wird anhand der Figur 1 ein Verfahren zum Betreiben des Kühlkreislaufs 100 beschrieben. Das vom Verdampfer 112 kommende Kältemittel wird mittels des Kältemittelverdichters 102 angesaugt. Das angesaugte Kältemittel wird mittels des Kältemittelverdichters 102 verdichtet. Dabei erhöht sich der Druck des Kältemittels. Das verdichtete Kältemittel wird anschließend vom Kältemittelverdichter 102 abgegeben und dem Wärmeübertrager 106 zugeführt, wo es mittels des Wärmeübertragers 106 gekühlt wird. Dabei kann das Kältemittel bei überkritischer Betriebsweise rückgeköhlt und bei unterkritischer Betriebsweise verflüssigt werden. In jedem Fall wird dem Kältemittel Wärme entzogen. Nachfolgend wird das gekühlte Kältemittel dem Fluidsammelraum 108 zugeführt. Dort bildet es einen Kältemittelvorrat. Ein Teil des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat wird dann dem Expansionsorgan 110 zugeführt, wo sich das Kältemittel entspannt. Anschließend wird dieser Teil des Kältemittels dem Verdampfer 112 zugeführt, wo es verdampft und anschließend wieder vom Kältemittelverdichter 102 angesaugt wird.

[0089] Ein anderer Teil des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat des Fluidsammelraums 108 wird von der Pumpe 116 wahlweise zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 des Kältemittelverdichters 102 und/oder des Verdichterantriebs 104 mittels der Pumpe 116 bei einem Druck oberhalb eines Abgabedruckes des Kältemittelverdichters 102 zugeführt. Insbesondere wird mittels der Pumpe 116 das Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat wahlweise zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 des Kältemittelverdichters 102 und/oder des Verdichterantriebs 104 in einem im Wesentlichen einphasigen Zustand zugeführt. So wird mittels der Pumpe 116 das Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 des Kältemittelverdichters 102 und/oder der vorbestimmten Kühlstelle 118 des Verdichterantriebs 104 in einem flüssigen oder überkritischen Zustand zugeführt. Überschreitet beispielsweise eine Temperatur des Kältemittelverdichters 102 einen vorbestimmten Schwellwert, nicht jedoch eine Temperatur des Verdichterantriebs 104, wird das Kältemittel ausschließlich der

vorbestimmten Kühlstelle 118 des Kältemittelverdichters 102 zugeführt. Überschreitet beispielsweise eine Temperatur des Verdichterantriebs 104 einen vorbestimmten Schwellwert, nicht jedoch eine Temperatur des Kältemittelverdichters 102, wird das Kältemittel ausschließlich der vorbestimmten Kühlstelle 118 des Verdichterantriebs 104 zugeführt. Überschreitet beispielsweise dahingegen eine Temperatur sowohl des Kältemittelverdichters 102 als auch des Verdichterantriebs 104 einen vorbestimmten Schwellwert, wird das Kältemittel der vorbestimmten Kühlstelle 118 sowohl des Kältemittelverdichters 102 als auch der vorbestimmten Kühlstelle 118 des Verdichterantriebs 104 zugeführt. Die exakte Stelle der Zufuhr des Kältemittels kann dabei von der Steuereinheit 126 gesteuert werden. Die Steuereinheit 126 steuert dabei die Zufuhr an Kältemittel zeitlich, insbesondere den Zeitpunkt und/oder die Länge der Zufuhr an Kältemittel.

[0090] Optional kann das Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat mittels des Nachkühlers 128 gekühlt werden. Dabei kann das Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat mittels des Nachkühlers 128 auf eine Temperatur gekühlt werden, die im Wesentlichen identisch zu einer Umgebungstemperatur des Kühlkreislaufs 100 ist. Zu diesem Zweck kann der Nachkühler 128 zwischen der Pumpe 116 und dem Kältemittelverdichter 102 angeordnet werden.

[0091] Nähere Details zu der vorbestimmten Kühlstelle 118 werden nachstehend beschrieben.

[0092] Figur 2 eine schematische Darstellung einer möglichen Kühlstelle 118. Figur 2 zeigt dabei eine Schnittansicht des Kältemittelverdichters 102. Der Kältemittelverdichter 102 kann ein Hubkolbenverdichter 130 mit mindestens einem Arbeitsraum 132 und mit mindestens einem Kolben 134 sein. Dabei ist der Kolben 134 beweglich in dem Arbeitsraum 132 angeordnet. Der Arbeitsraum 132 ist von mindestens einer Ventilplatte 136 und einer Kältemittelverdichterwand 138 begrenzt. Die Ventilplatte 136 weist mindestens ein Einlassventil 140 zum Einlassen von Kältemittel aus einer Saugkammer in den Arbeitsraum 136 und mindestens ein Auslassventil 142 zum Auslassen von verdichtetem Kältemittel aus dem Arbeitsraum 136 in eine Druckkammer auf. Wie in Figur 2 gezeigt kann die vorbestimmte Kühlstelle 118 eine Unterseite 144 des Kolbens 134 umfassen. Beispielsweise ist die Zufuhreinheit 114 zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite 144 des Kolbens 134 ausgebildet. Zu diesem Zweck kann die Zufuhreinheit 114 mindestens eine erste Einspritzdüse 146 zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite 144 des Kolbens 134 aufweisen. Entsprechend wird bei Betrieb das Kältemittel auf die Unterseite 144 des Kolbens 134 mittels der ersten Einspritzdüse 146 gesprüht.

[0093] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle 118. Nachstehend werden lediglich die Unterschiede zu der Kühlstelle der Figur 2 beschrieben und gleiche oder vergleichbare Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Wie in Figur 3 gezeigt kann die vorbestimmte Kühlstelle 118 die

Kältemittelverdichterwand 138 umfassen. Zu diesem Zweck kann die Kältemittelverdichterwand 138 mindestens einen Kältemittelkanal 148 aufweisen. Der Kältemittelkanal 148 kann sich innerhalb der Kältemittelverdichterwand 138 in Umfangsrichtung um den Kolben 134 erstrecken. Die Zufuhreinheit 114 ist mit dem Kältemittelkanal 148 der Kältemittelverdichterwand 138 fluidverbunden. Entsprechend wird im Betrieb das Kältemittel von der Zufuhreinheit dem Kältemittelkanal 148 der Kältemittelverdichterwand 138 zugeführt.

[0094] Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle 118. Nachstehend werden lediglich die Unterschiede zu der Kühlstelle der Figur 2 beschrieben und gleiche oder vergleichbare Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Figur 4 zeigt dabei eine Draufsicht des Kältemittelverdichters 102. Wie in Figur 4 gezeigt kann die vorbestimmte Kühlstelle 118 die Ventilplatte 136 umfassen. Zu diesem Zweck kann die Ventilplatte 136 mindestens einen Kältemittelkanal 150 aufweisen. Der Kältemittelkanal 150 kann sich innerhalb der Ventilplatte 136 derart erstrecken, dass eine Durchströmung der Ventilplatte 136 mit Kältemittel in den Bereichen der Druckkammer des Kältemittelverdichters 102 und somit im Hochtemperaturbereich erlaubt. Die Zufuhreinheit 114 ist mit dem Kältemittelkanal 150 der Ventilplatte 136 fluidverbunden. Entsprechend wird im Betrieb das Kältemittel von der Zufuhreinheit dem Kältemittelkanal 150 der Ventilplatte 136 zugeführt.

[0095] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle 118. Nachstehend werden lediglich die Unterschiede zu der Kühlstelle der Figur 2 beschrieben und gleiche oder vergleichbare Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Figur 5 zeigt dabei eine Schnittansicht des Kältemittelverdichters 102 und des Verdichterantriebs 104. Der Verdichterantrieb 104 weist beispielsweise einen Elektromotor 152 mit einem Stator 154 und einem Rotor 156 auf. Der Elektromotor 152 kann in einem abgedichteten Motorgehäuse 158 angeordnet sein. Die vorbestimmte Kühlstelle 118 umfasst bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel den Stator 154, den Rotor 156 und/oder einen Spalt 160 zwischen dem Stator 154 und dem Rotor 156. Die Zufuhreinheit 114 kann zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator 154, den Rotor 156 und/oder in den Spalt 160 zwischen dem Stator 154 und dem Rotor 156 ausgebildet sein. Zu diesem Zweck kann die Zufuhreinheit mindestens eine zweite Einspritzdüse 162 zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator 154, den Rotor 156 und/oder in den Spalt 160 zwischen dem Stator 154 und dem Rotor 156 aufweisen. Entsprechend wird bei Betrieb das Kältemittel auf den Stator 154, den Rotor 156 und/oder in den Spalt 160 zwischen dem Stator 154 und dem Rotor 156 mittels der zweiten Einspritzdüse 162 gesprüht. Optional kann der Elektromotor 152 mit einer nicht näher gezeigten Leistungselektronik verbunden sein. Dabei umfasst die vorbestimmte Kühlstelle 118 mindestens ein Bauteil der Leistungselektronik.

[0096] Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Kühlstelle 118. Nachstehend werden lediglich die Unterschiede zu der Kühlstelle der Figur 2 beschrieben und gleiche oder vergleichbare Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Wie in Figur 6 gezeigt ist, ist die Erfindung nicht auf Hubkolbenverdichter beschränkt. Stattdessen kann es sich bei dem Kältemittelverdichter um einen Scrollverdichter 164 handeln. Der Scrollverdichter 164 kann einen Kältemittelkanal 166 aufweisen. Der Kältemittelkanal 166 kann in einer sogenannten Backplate 168 des Scrollverdichters 164 angeordnet sein und mit der Zufuhreinheit 114 fluidverbunden sein. Auf diese Weise ermöglicht der Kältemittelkanal 166 des Scrollverdichters 164 bei Betrieb eine Durchströmung der Backplate 168 mit Kältemittel.

Bezugszeichenliste

[0097]

100	Kühlkreislauf
102	Kältemittelverdichter
104	Verdichterantrieb
106	Wärmeübertrager
108	Fluidsammelraum
110	Expansionsorgan
112	Verdampfer
114	Zufuhreinheit
116	Pumpe
118	Kühlstelle
120	Zufuhrleitung
122	Rückführungsleitung
124	Kältemittelleitung
126	Steuereinheit
128	Nachkühler
130	Hubkolbenverdichter
132	Arbeitsraum
134	Kolben
136	Ventilplatte
138	Kältemittelverdichterwand
140	Einlassventil
142	Auslassventil
144	Unterseite des Kolbens
146	erste Einspritzdüse
148	Kältemittelkanal der Kältemittelverdichterwand
150	Kältemittelkanal der Ventilplatte
152	Elektromotor
154	Stator
156	Rotor
158	Motorgehäuse
160	Spalt zwischen Stator und dem Rotor
162	zweite Einspritzdüse
164	Scrollverdichter
166	Kältemittelkanal des Scrollverdichters
168	Backplate

Patentansprüche

1. Kühlkreislauf (100) umfassend

einen Kältemittelverdichter (102) mit einem Verdichterantrieb (104) zum Antreiben des Kältemittelverdichters (102),
einen Wärmeübertrager (106) insbesondere ein Verflüssiger oder Gaskühler, mit einem Fluidsammelraum (108), wobei der Fluidsammelraum (108) zum Bilden eines Kältemittelvorrats aus Kältemittel ausgebildet ist, und
eine Zufuhreinheit (114), wobei die Zufuhreinheit (114) eine Pumpe (116) aufweist, wobei die Zufuhreinheit (114) mit dem Fluidsammelraum (108) und dem Kältemittelverdichter (102) verbunden ist, wobei die Zufuhreinheit (114) zum wahlweisen Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu mindestens einer vorbestimmten Kühlstelle (118) des Kältemittelverdichters (102) und/oder des Verdichterantriebs (104) mittels der Pumpe (116) bei einem vorbestimmten Druck oberhalb eines Abgabedruckes des Kältemittelverdichters (102) ausgebildet ist.

2. Kühlkreislauf (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zufuhreinheit (114) mittels mindestens einer Zufuhrleitung (120) mit dem Kältemittelverdichter (102) und mittels mindestens einer Rückführungsleitung (122) mit dem Wärmeübertrager (106) verbunden ist, wobei der vorbestimmte Druck so gewählt ist, dass er mindestens Druckverluste in der Zufuhrleitung (120) und der Rückführungsleitung (122) kompensiert.

3. Kühlkreislauf (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kältemittelverdichter (102) ein Hubkolbenverdichter (130) mit mindestens einem Arbeitsraum (132) und mit mindestens einem Kolben (134) ist, wobei der Kolben (134) beweglich in dem Arbeitsraum (132) angeordnet ist, wobei der Arbeitsraum (132) von mindestens einer Ventilplatte (136) und einer Kältemittelverdichterwand (138) begrenzt ist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle (118) mindestens die Kältemittelverdichterwand (138), die Ventilplatte (136) des Kältemittelverdichters (102) und/oder eine Unterseite (144) des Kolbens (134) umfasst.

4. Kühlkreislauf (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Kältemittelverdichterwand (138) und/oder die Ventilplatte (136) mindestens einen Kältemittelkanal (148, 150) aufweist, wobei die Zufuhreinheit (114) mit dem Kältemittelkanal (148, 150) fluidverbunden ist.

5. Kühlkreislauf (100) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zufuhreinheit (114)

zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite (144) des Kolbens (134) ausgebildet ist.

6. Kühlkreislauf (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zufuhreinheit (114) mindestens eine erste Einspritzdüse (146) zum Sprühen des Kältemittels auf die Unterseite (144) des Kolbens (134) aufweist.

7. Kühlkreislauf (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verdichterantrieb (104) einen Elektromotor (152) mit einem Stator (154) und einem Rotor (156) aufweist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle (118) den Stator (154), den Rotor (156), und/oder einen Spalt (160) zwischen dem Stator (154) und dem Rotor (156) umfasst.

8. Kühlkreislauf (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zufuhreinheit (114) zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator (154), den Rotor (156), und/oder in den Spalt (160) zwischen dem Stator (154) und dem Rotor (156) ausgebildet ist.

9. Kühlkreislauf (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zufuhreinheit (114) mindestens eine zweite Einspritzdüse (162) zum Sprühen des Kältemittels auf den Stator (154), den Rotor (156), und/oder in den Spalt (160) zwischen dem Stator (154) und dem Rotor (156) aufweist.

10. Kühlkreislauf (100) nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektromotor (152) in einem abgedichteten Motorgehäuse (158) angeordnet ist.

11. Kühlkreislauf (100) nach einem der vier vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektromotor (152) mit einer Leistungselektronik verbunden ist, wobei die vorbestimmte Kühlstelle (118) mindestens ein Bauteil der Leistungselektronik umfasst.

12. Kühlkreislauf (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend einen Nachkühler (128) zum Kühlen des Kältemittels aus dem Kältemittelvorrat, insbesondere zum Kühlen auf eine Temperatur, die im Wesentlichen identisch zu einer Umgebungstemperatur des Kühlkreislaufs (100) ist.

13. Kühlkreislauf (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zufuhreinheit (114) zum Zuführen von im Wesentlichen einphasigen Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu dem Verdichter und/oder Verdichterantrieb (104) ausgebildet ist und/oder wobei die Zufuhreinheit (114) zum Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu der vorbestimmten Kühlstelle (118) des Kältemittelverdichters (102) und/oder des Verdichterantriebs (104) in einem flüssigen oder überkritischen Zustand aus-

gebildet ist.

14. Kühlkreislauf (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend eine Steuereinheit (126), wobei die Steuereinheit (126) zum zeitlichen Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle (118) des Kältemittelverdichters (102) und/oder des Verdichterantriebs (104) ausgebildet ist, wobei die Steuereinheit (126) insbesondere ausgebildet ist zum Steuern der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle (118) des Kältemittelverdichters (102) und/oder des Verdichterantriebs (104) zumindest basierend auf einer Temperatur des Kältemittelverdichters (102) und/oder des Verdichterantriebs (104), wobei das zeitliche Steuern insbesondere einen Zeitpunkt und/oder eine Länge der Zufuhr des Kältemittels zu der vorbestimmten Kühlstelle (118) des Kältemittelverdichters (102) und/oder des Verdichterantriebs (104) umfasst.
15. Verfahren zum Betreiben eines Kühlkreislaufs (100), wobei der Kühlkreislauf (100) einen Kältemittelverdichter (102) mit einem Verdichterantrieb (104) zum Antreiben des Kältemittelverdichters (102), einen Wärmeübertrager (106) insbesondere ein Verflüssiger oder Gaskühler, mit einem Fluidsammelraum (108), wobei der Fluidsammelraum (108) zum Bilden eines Kältemittelvorrats aus Kältemittel ausgebildet ist, und eine Zufuhreinheit (114), wobei die Zufuhreinheit (114) mit dem Fluidsammelraum (108) und dem Kältemittelverdichter (102) verbunden ist, wobei das Verfahren umfasst:
- Ansaugen eines Kältemittels mittels des Kältemittelverdichters (102),
 - Verdichten des Kältemittels mittels des Kältemittelverdichters (102),
 - Kühlen, insbesondere Rückkühlen und/oder Verflüssigen, des Kältemittels mittels des Wärmeübertragers (106),
 - Zuführen des gekühlten Kältemittels zu dem Fluidsammelraum (108), und
 - wahlweises Zuführen von Kältemittel aus dem Kältemittelvorrat zu mindestens einer vorbestimmten Kühlstelle (118) des Kältemittelverdichters (102) und/oder des Verdichterantriebs (104) bei einem vorbestimmten Druck oberhalb eines Abgabedrucks des Kältemittelverdichters (102).

55

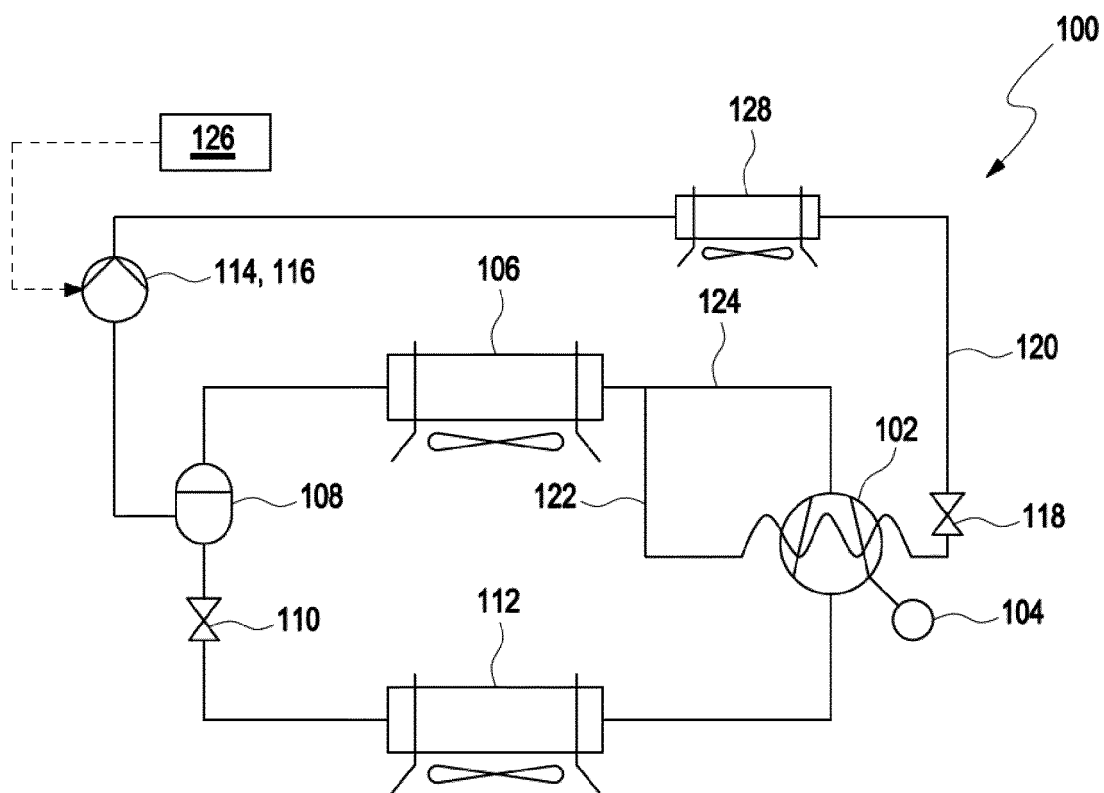


Fig. 1

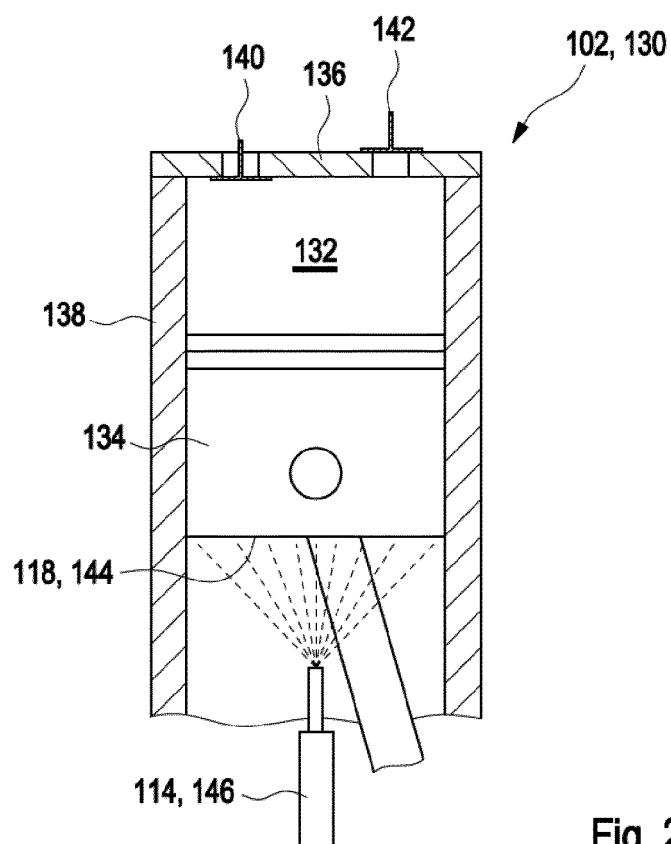
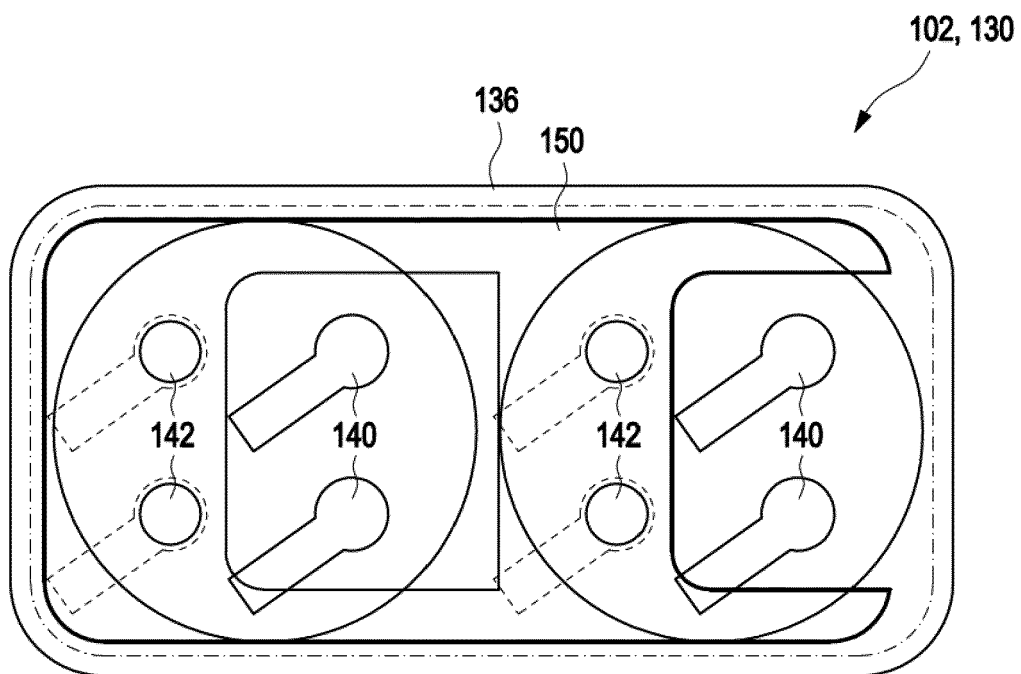
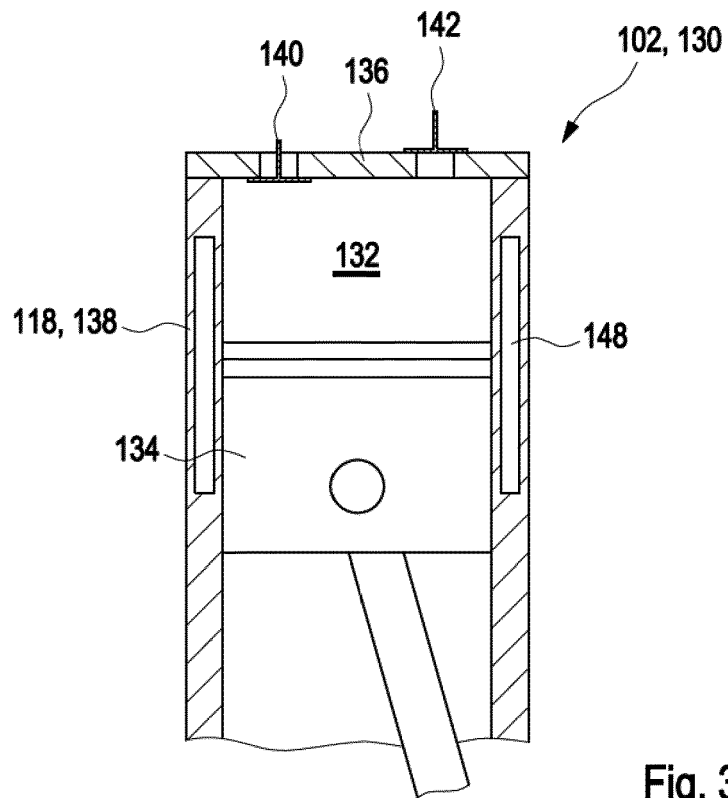


Fig. 2



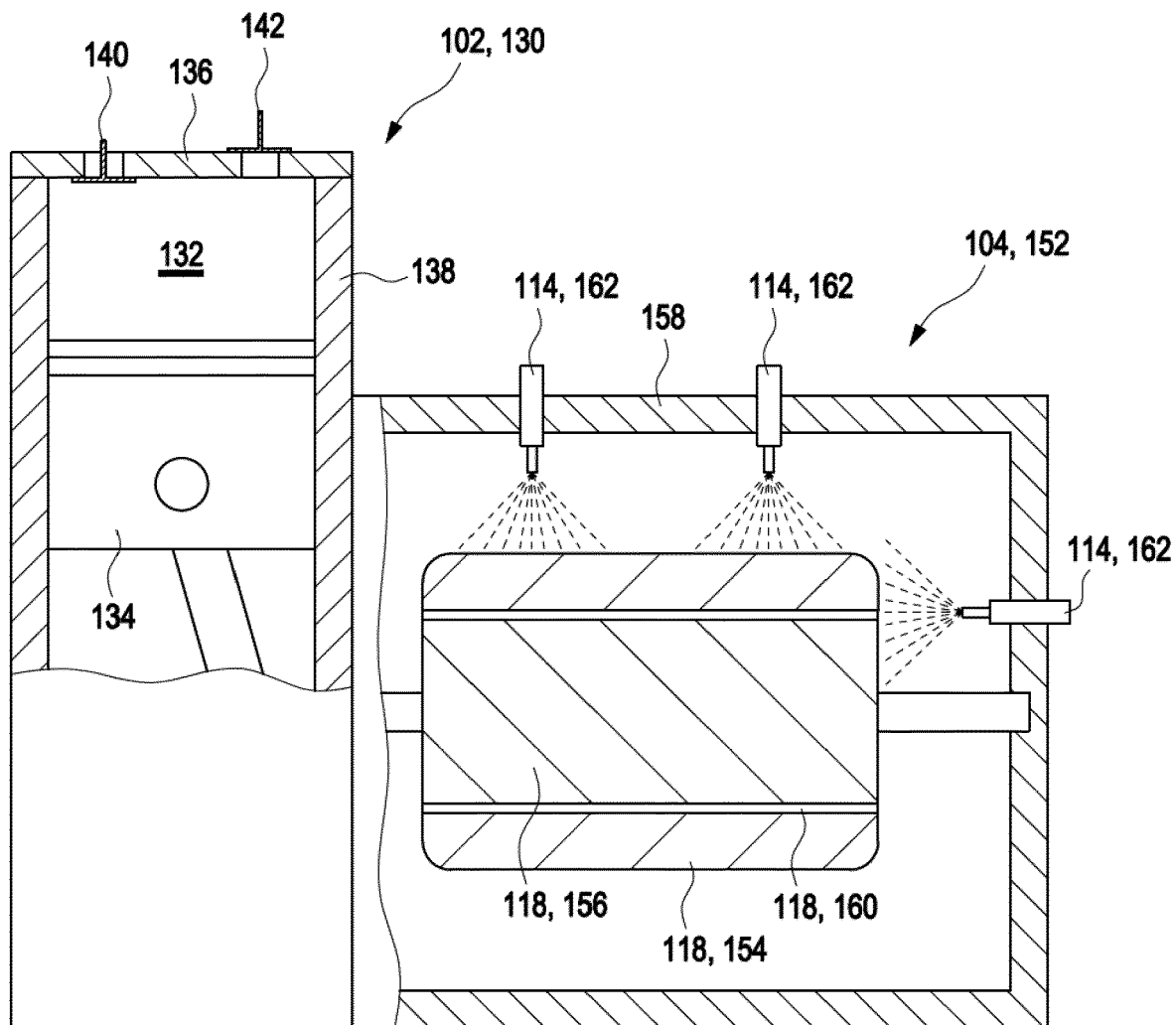


Fig. 5

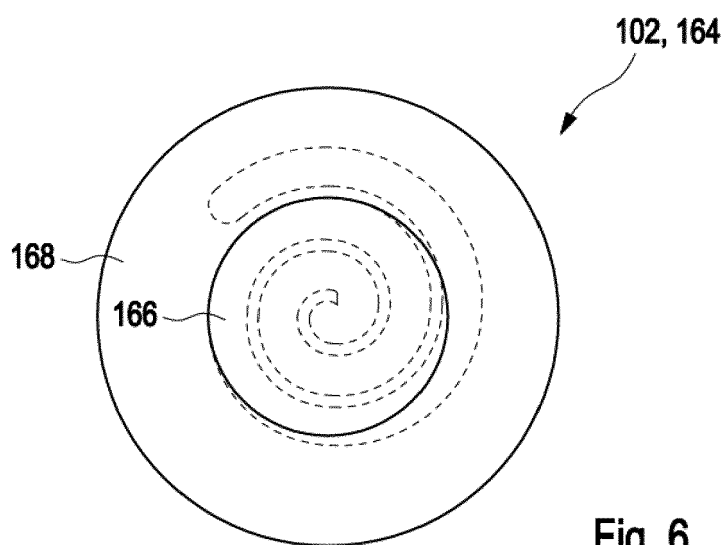


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 21 1901

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 10 072 468 B2 (TRANE INT INC [US]) 11. September 2018 (2018-09-11)	1-11, 13-15	INV. F04B39/06
Y	* Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 5, Zeile 31; Abbildungen 1-6 *	12	

X	US 5 694 780 A (ALSENZ RICHARD H [US]) 9. Dezember 1997 (1997-12-09)	1,3-6, 12-15	
Y	* Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 5, Zeile 23; Abbildungen 1-2 *	12	

X	US 2011/203304 A1 (SATO HIDEAKI [JP] ET AL) 25. August 2011 (2011-08-25)	1,3-6,15	
	* Abbildung 1 *		

E	WO 2022/050180 A1 (MAEKAWA SEISAKUSHO KK [JP]) 10. März 2022 (2022-03-10)	1-4,13, 15	
	* Abbildungen 1,5 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. Mai 2022	Prüfer Weisser, Meinrad
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 21 1901

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-05-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 10072468 B2	11-09-2018	CN 105051467 A	11-11-2015
		DE 112013005494 T5	13-08-2015
		GB 2524421 A	23-09-2015
		US 2015276282 A1	01-10-2015
		WO 2014089551 A1	12-06-2014

US 5694780 A	09-12-1997	AU 1273997 A	19-06-1997
		US 5694780 A	09-12-1997
		WO 9720177 A1	05-06-1997

US 2011203304 A1	25-08-2011	KEINE	

WO 2022050180 A1	10-03-2022	JP 2022042869 A	15-03-2022
		WO 2022050180 A1	10-03-2022

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2015071128 A1 [0003]