



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.05.2019 Patentblatt 2019/21

(51) Int Cl.:
F24F 11/36^(2018.01) F25B 49/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18198122.6**

(22) Anmeldetag: **02.10.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Lingk, Tobias**
42799 Leichlingen (DE)
• **Spahn, Hans-Josef**
40699 Erkrath (DE)

(74) Vertreter: **Popp, Carsten et al**
Vaillant GmbH
IR-IP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

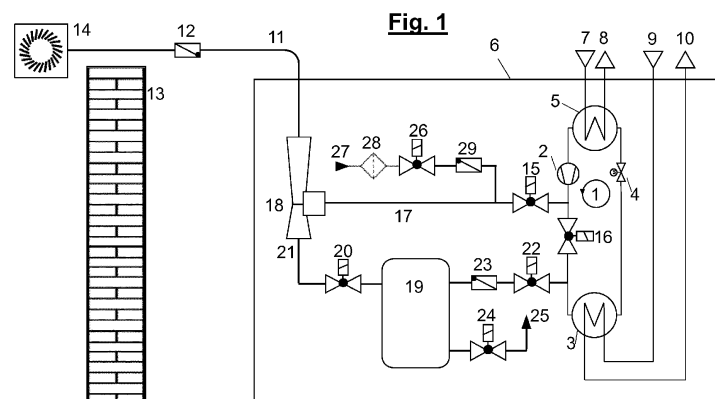
(30) Priorität: **16.11.2017 DE 102017126945**

(71) Anmelder: **Vaillant GmbH**
42859 Remscheid (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM SICHERHEITSABLAUSS VON ARBEITSFLUID**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Clausius-Rankine-Kreisprozesses in einem Wohngebäude mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, welches im gasförmigen Zustand unter Atmosphärenbedingungen schwerer als Luft ist und in einem geschlossenen, hermetisch dichten Kältekreis (1) geführt wird, in dem ein Arbeitsfluid umläuft, aufweisend mindestens einen Verdichter (2) für Arbeitsfluid, mindestens eine Entspannungseinrichtung (4) für Arbeitsfluid, mindestens zwei Wärmeübertrager (3, 5) für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen (7, 8, 9, 10) für Wärmeüberträgerfluide, ein geschlossenes Gehäuse (6), welches alle am geschlossenen Kältekreis (1) angeschlossenen Einrichtungen umfasst und weitere Einrichtungen umfassen kann, wobei der Kältekreis (1)

mit einem Ablass (11) verbunden ist, der in Strömungsrichtung dem Verdichter (2) nachfolgend angeordnet ist und der Ablass (11) durch ein Sperrventil (15) und eine Rückschlagsicherung (12) vom Kältekreis (1) getrennt ist, das Gehäuseinnere (6) mit dem Ablass (11) verbunden ist und der Ablass durch ein Sperrventil (26) und eine Rückschlagsicherung (29) vom Kältekreis (1) getrennt ist, der Ablass (11) aus dem Gehäuse an einen Ort außerhalb des Gebäudes (13) geführt wird, an dem sich keine Bodensenken befinden, am Austritt des Ablasses eine Vorrichtung zum Dispergieren (14) angeordnet ist, und ein unter Druck gehaltenes Inertgas in mindestens einem Inertgasbehälter (19) bevorratet wird, und dieser Inertgasbehälter (19) sowohl mit dem Kältekreis (1) als auch mit dem Gehäuseinneren (6) über je ein Sperrventil (22, 24) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft irreguläre Zustände in Kältekreisen, in denen ein als Kältemittel wirkendes Arbeitsfluid in einem thermodynamischen Kreisprozess, wie zum Beispiel dem Clausius-Rankine-Kreisprozess, geführt wird. Vorwiegend sind dies Wärmepumpen, Klimaanlage und Kühlgeräte, wie sie in Wohngebäuden gebräuchlich sind. Unter Wohngebäuden werden dabei Privathäuser, Miethauskomplexe, Krankenhäuser, Hotelanlagen, Gastronomie, kombinierte Wohn- und Geschäftshäuser und Gewerbebetriebe verstanden, in denen Menschen dauerhaft leben oder arbeiten, im Unterschied zu mobilen Vorrichtungen wie KFZ-Klimaanlagen oder Transportboxen, oder auch Industrieanlagen oder medizintechnischen Geräten. Gemeinsam ist diesen Kreisprozessen, dass sie unter Einsatz von Energie Nutzwärme oder Nutzkälte erzeugen und Wärmeverschiebungssysteme bilden.

[0002] Die zum Einsatz kommenden thermodynamischen Kreisprozesse sind seit langem bekannt, ebenso die Sicherheitsprobleme, die bei der Verwendung geeigneter Arbeitsfluide entstehen können. Abgesehen von Wasser sind die bekanntesten damaligen Arbeitsfluide brennbar und giftig. Sie führten im vergangenen Jahrhundert zur Entwicklung der Sicherheitskältemittel, die aus fluorierten Kohlenwasserstoffen bestanden. Es zeigte sich jedoch, dass diese Sicherheitskältemittel die Ozonschicht schädigen, zur Klimaerwärmung führen, und dass ihre sicherheitstechnische Unbedenklichkeit zu konstruktiven Unachtsamkeiten führte. Bis zu 70% des Umsatzes entfiel auf den Nachfüllbedarf undichter Anlagen und deren Leckageverluste, der hingenommen wurde, solange dies im Einzelfall als wirtschaftlich vertretbar empfunden wurde und Bedarf an Ersatzbeschaffung forderte.

[0003] Der Einsatz dieser Kältemittel wurde aus diesem Grund Restriktionen unterworfen, in der Europäischen Union beispielsweise durch die F-Gas-Verordnung (EU) 517/2014.

[0004] Es ist daher einerseits äußerst problematisch, die konstruktiven Prinzipien für Kältemittel-führende thermodynamische Prozesse zu übernehmen, die sich bei Sicherheitskältemitteln scheinbar gut bewährt haben, andererseits auf die Anlagenkonzepte aus der Zeit vor Einführung der Sicherheitskältemittel aufzusetzen. Dies liegt auch daran, dass inzwischen aus Einzelgeräten komplexe Anlagen geworden sind, was die Anzahl der Möglichkeiten für Störungen und deren Folgen vervielfältigt hat. Hierdurch ergeben sich beispielhaft die folgenden Anforderungen an das Sicherheitskonzept:

- Im Normalbetrieb muss die Anlage absolut dicht sein.
- Weder bei einer Leckage im Kondensator noch bei einer Leckage im Verflüssiger darf

[0005] Arbeitsfluid in den gekoppelten Nutzwärme-

oder Nutzkältekreislauf gelangen.

- Es darf kein Arbeitsfluid aus dem Kältekreislauf unbemerkt entweichen können.
- Im Verdichter darf das Arbeitsfluid nicht durch die Lagerung entweichen.
- Im Entspannungssystem darf das Arbeitsfluid nicht durch den Ventilsitz diffundieren oder durch Kavitation zu Leckagen führen.
- Gekapselte Teile müssen für Wartungs- und Kontrollzwecke zugänglich bleiben.
- In Notfällen dürfen sich keine Gefahren einstellen.
- Die Anlage soll in vorhandene Räumlichkeiten integrierbar sein
- Das Kältemittel soll abgelassen und eingefüllt werden können.

[0006] Der Begriff des Notfalls muss weit gesehen werden. Denkbar sind Stromausfälle, Erdbeben, Erdbeben, Überschwemmungen, Brände, technische Fehler und klimatische Extrembedingungen. Sofern die Anlagen in einem Netzwerk betrieben werden, ist auch ein Netzausfall oder eine Netzstörung als Notfall anzusehen. Gegenüber solchen Gefahren oder Störungen soll die Vorrichtung inhärent sicher sein. Aber auch ein Ausfall der verfügbaren Primärenergie kann einen Notfall begründen und darf keine Gefahrentwicklung zur Folge haben. Alle diese Notfälle können auch kombiniert auftreten.

[0007] Hierbei sind die verschiedenen Bauformen und Anwendungsfälle für derartige thermodynamische Kreisprozesse gesondert zu berücksichtigen, bei ortsfesten Anlagen für Wohngebäude beispielsweise folgende:

- Haushaltskühlschränke,
- Haushaltsgefrierschränke,
- Haushaltstrockner,
- Haushaltskühl-Gefrierkombinationen,
- Kühlkammern für Hotel- und Gastronomie,
- Gefrierkammern für Hotel- und Gastronomie,
- Klimaanlage für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Warmwassererzeugung für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Beheizung für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Sauna-Schwimmbadanlagen für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Kombinierte Anlagen für die oben genannten Anwendungen,

wobei diese Aufzählung nicht vollständig ist.

[0008] Die Energie für den Betrieb der Anlagen einschließlich der zu verschiebenden Wärmeenergie kann aus verschiedenen Quellen stammen:

- Erdwärme aus Erdwärmespeichern,
- Geothermische Wärme,
- Fernwärme,
- Elektrische Energie aus allgemeiner Stromversorgung,

- Elektrische Solarenergie,
- Solarwärme,
- Abwärme,
- Warmwasserspeicher,
- Eisspeicher,
- Latentwärmespeicher,
- Fossile Energieträger wie Erdgas, Erdöl, Kohle,
- Nachwachsende Rohstoffe wie Holz, Pellets, Biogas,
- Kombinationen aus den oben genannten Energiequellen,

wobei auch diese Aufzählung nicht vollständig ist.

[0009] Die auftretenden Probleme bei der Sicherheitsauslegung solcher Anlagen werden in der WO 2015/032905 A1 anschaulich beschrieben. So liegt die untere Zündgrenze von Propan als Arbeitsfluid etwa bei 1,7 Volumenprozent in Luft, was 38 g/m³ in Luft entspricht. Sofern der Kälteprozess in einem ihn umgebenden, hermetisch abgeschlossenen, ansonsten aber luftgefüllten Raum mit dem Arbeitsfluid Propan durchgeführt wird, stellt sich das Problem der Erkennung einer kritischen, explosiven Situation nach einer Störung, bei der das Arbeitsfluid in diesen hermetisch abgeschlossenen Raum austritt. Elektrische Sensoren zur Erkennung kritischer Konzentrationen sind nur schwierig explosionsgeschützt auszuführen, weswegen gerade die Propan-Erkennung durch die Sensoren selbst das Explosionsrisiko erheblich verschärft, ausgenommen hiervon sind Infrarotsensoren. Propan ist auch giftig, bei Inhalation oberhalb einer Konzentration von ca. 2 g/m³ stellen sich narkotische Effekte, Kopfschmerzen und Übelkeit ein. Dies betrifft Personen, die ein erkanntes Problem vor Ort lösen sollen, noch bevor Explosionsgefahr entsteht.

[0010] Propan ist auch schwerer als Luft, sinkt also in ruhender Luft auf den Boden und sammelt sich dort an. Sollte sich also ein Teil des Propanes in einer strömungsarmen Zone des abgeschlossenen Raums, in dem sich das gestörte Aggregat befindet, sammeln, können die lokalen Explosionsgrenzen wesentlich schneller erreicht werden, als es der Quotient aus Gesamtraumvolumen zu ausgetretener Propanmenge erwarten lässt. Die WO 2015/032905 A1 sucht dieses Problem zu lösen, indem ein Generator für elektrischen Strom in die Öffnung bzw. deren Verriegelung dieses Raums integriert wird und bei deren Betätigung in einem ersten Schritt die elektrische Energie erzeugt und bereitstellt, mit der der Sensor aktiviert wird, und der im Alarmfall die Verriegelung dann nicht freigibt, sondern eine Lüftung des abgeschlossenen Raums veranlasst, und erst in einem zweiten Schritt eine Entriegelung und Öffnung zulässt.

[0011] Schon zu Beginn der Technologie der Kompressionskältemaschinen wurde der Versuch unternommen, einen abgeschlossenen Raum zu bilden, in dem die apparativen Ausrüstungen alle sicher untergebracht werden konnten und der diese vollständig umhüllt. Die DE-PS 553 295 beschreibt eine gekapselte Kompressionskältemaschine, bei der der Kältemittelverdichter 1,

sein Antriebsmotor 2, Verdampfer 3, Verflüssiger 4 und Regelventil 5 in einer doppelwandigen Kapsel 6 bzw. 7 eingeschlossen sind. Im Zwischenraum der doppelwandigen Kapsel wird ein Unterdruck angelegt und Leckagen, die an den Durchbrüchen für Kühlwasser und Sole auftreten könnten, abgesaugt. Das abgesaugte Arbeitsfluid kann im Anschluss daran ggf. zurückgewonnen werden. Zu bemerken ist dabei, dass sich innerhalb des gekapselten Raums keine Umgebungsluft befindet und aufgrund des Unterdrucks im Doppelmantel auch nicht in den gekapselten Innenraum eindringen kann.

[0012] Die DE 195 26 980 A1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reinigung von Luft geschlossener Räume, die eine gasförmige Verunreinigung aufweisen. Nachdem die Verunreinigung von einem Gassensor erkannt wurde, steuert dieser einen Verdichter an, der die Luft durch einen in diesem Raum befindlichen Absorber leitet, wodurch die Verunreinigung absorbiert wird. Die gereinigte Luft verlässt den Absorber in den geschlossenen Raum.

[0013] Die vorgestellten Systeme sind aufwendig, sie hatten am Markt bislang nur wenig Erfolg. Dies kann auf die folgenden Gründe zurückgeführt werden:

- Montagefreundlichkeit: Im Falle von Modernisierungen von alten Heizungsanlagen müssen die neu zu installierenden Vorrichtungen zerlegbar und transportabel sein. Beispielsweise müssen sie über Kellertreppen und in verwinkelte und niedrige Kellerräume verbracht werden können. Zusammenbau, Inbetriebnahme und Wartung müssen ohne großen Aufwand vor Ort möglich sein. Dies schließt große und schwere Druckbehälter weitgehend aus, ferner Systeme, die nach einer Havarie nicht mehr demontierbar sind.
- Diagnosefreundlichkeit: Die Betriebszustände sollten von außen gut erkennbar sein, dies betrifft die Sichtbarkeit und Prüfbarkeit bezüglich möglicher Leckagen und schließt den Füllstand des Arbeitsfluids sowie den Befüllungsgrad ggf. eingebrachter Sorbentien ein.
- Wartungsfreundlichkeit: Systemdiagnosen sollten ohne großen zusätzlichen Aufwand erfolgen können. Sicherheitsrelevante Systeme sollten regelmäßig getestet bzw. auf ihre Zuverlässigkeit geprüft werden können. Sofern Systemdiagnosen nicht einfach durchführbar sind, sollten möglicherweise belastete Teile leicht durch Neuteile austauschbar sein.
- Ausfallsicherheit: Die System sollen einerseits gegen Störungen gesichert sein, gleichzeitig aber zuverlässig laufen können, wenigstens im Notbetrieb. Im Falle einer vorübergehenden externen Störung sollten die Systeme entweder selbstständig wieder anfahren oder ohne großen Aufwand wiederangefahren werden können.
- Energieeffizienz: Die Anlagen sollen energetisch günstig betrieben werden können, ein hoher Eigen-

verbrauch an Energie für Sicherheitsmaßnahmen wirkt dem entgegen.

- Robustheit: Im Falle größerer Störungen, seien sie extern oder systemintern aufgeprägt, muss die Beherrschbarkeit gewährleistet sein, dies betrifft z.B. Lüftungssysteme, die verstopfen können oder Druckbehälter, die unter Druck stehen oder heiß werden, etwa bei einem Brand.
- Kosten: Die Sicherheitsmaßnahmen sollen weder bei den Anschaffungskosten noch bei den laufenden Kosten bedeutend sein und die Einsparungen bei den Energiekosten gegenüber herkömmlichen Systemen übersteigen. Sie sollen günstig sein.

[0014] Die Anforderungen schließen sich zumeist gegenseitig aus und erzeugen außerdem Zielkonflikte in großer Zahl.

[0015] Es ist auch bekannt, entzündliche und explosive Arbeitsfluide im Falle von Leckagen einfach ins Freie abzulassen. So erklärt die "Bundesfachschule Kälte Klima Technik" im Mai 2012, der Einfluss auf die globale Erderwärmung bei R290 sei sehr gering, daher sei das Ablassen in die Atmosphäre die bisher übliche Vorgehensweise, um dieses Kältemittel zu entsorgen. Es seien aber gewisse Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, die das Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre weitestgehend minimierten. Die für manuelle Entsorgung aufgestellten Regeln eignen sich aber nicht für Notfälle, in denen ein sicheres und automatisches Ablassen erforderlich ist.

[0016] Die Aufgabe der Erfindung ist daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren für ein sicheres und automatisches Ablassen eines entzündlichen Arbeitsfluids bereitzustellen.

[0017] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Clausius-Rankine-Kreisprozesses mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, welches im gasförmigen Zustand unter Atmosphärenbedingungen schwerer als Luft ist und in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend

- mindestens einen Verdichter für Arbeitsfluid,
- mindestens eine Entspannungseinrichtung für Arbeitsfluid,
- mindestens zwei Wärmeübertrager für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen für Wärmeübertragerfluide,
- ein geschlossenes Gehäuse, welches alle am geschlossenen Arbeitsfluidumlauf angeschlossenen Einrichtungen umfasst und weitere Einrichtungen umfassen kann,
- wobei der Kältekreis mit einem Ablass verbunden ist, der in Strömungsrichtung dem Verdichter nachfolgend angeordnet ist und der Ablass durch ein Sperrventil vom Kältekreis getrennt ist,
- das Gehäuseinnere mit dem Ablass verbunden ist

und der Ablass durch ein Sperrventil vom Kältekreis getrennt ist,

- der Ablass aus dem Gehäuse an einen Ort außerhalb des Gebäudes geführt wird,
- am Austritt des Ablasses eine Vorrichtung zum Dispergieren angeordnet ist, und
- ein unter Druck gehaltenes Inertgas in mindestens einem Behälter bevorratet wird, und dieser Behälter sowohl mit dem Kältekreis als auch mit dem Gehäuseinneren über je ein Sperrventil verbunden ist.

[0018] Als Wärmeübertragerfluide sind hier alle gasförmigen oder flüssigen Medien zu verstehen, mit denen Wärme übertragen wird, also etwa Luft, Wasser, Sole, Wärmeträgeröle oder dergleichen. Der Ablass aus dem Gehäuse sollte an einen Ort außerhalb des Gebäudes geführt werden, an dem sich keine Bodensenken befinden. Die Sperrventile sollten durch Rückschlagsicherungen gegen unbeabsichtigte Rückströmungen gesichert werden.

[0019] In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, dass zwischen dem Sperrventil (15), welches den Ablass (11) vom Kältekreis (1) trennt, und dem Ablass (11) ein Ejektor (18) angeschlossen ist, der mit einer Treibstrahlleitung (21) über eine Sperrventil (20) an den unter Druck gehaltenem Inertgasbehälter (19) angeschlossen ist.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, dass im Kältekreis (1) zwischen dem Verdichter (2) und dem Kondensator (3) ein Sperrventil (16) angeordnet wird, wobei die zum Ablass führende Leitung (17) vor dem Sperrventil (16) abzweigt und die Verbindungsleitung zum Inertgasbehälter (19) nach dem Sperrventil (16) abzweigt.

[0021] Wird eine Leckage erkannt, die Arbeitsfluid in das geschlossene Gehäuse austreten lässt, hängt es von der Größe dieser Leckage ab, ob und in welchem Zeitraum eine Gefahrensituation daraus entstehen könnte. Große Leckagen sind zwar sehr selten, sie sind aber denkbar, wenn aufgrund einer Störung eine Vereisung im Verdampfer stattgefunden hat, oder wenn massive äußere Einwirkungen, wie sie etwa bei Erdbeben, Überschwemmungen, Unfällen oder Hausbränden auftreten können, zu einer erheblichen mechanischen Beschädigung geführt haben. In solchen Fällen muss das brennbare Inventar möglichst schnell aus der Gefahrenzone verbracht werden.

[0022] Zu diesem Zweck wird das Sperrventil hinter dem Verdichter geöffnet und das unter Druck befindliche Arbeitsfluid wird ins Freie abgelassen. Die meisten entzündlichen Arbeitsfluide sind aliphatische Kohlenwasserstoffe, in einfachsten Fall ist dies Propan. Im Folgenden wird daher Propan als Beispiel gewählt, wobei die Erfindung aber nicht auf Propan als Arbeitsfluid beschränkt ist.

[0023] Der Vorgang des Ablassens in Freie ist eine übliche Vorgehensweise, da Propan nur eine geringe Klimawirksamkeit aufweist, etwa das 3,3-fache von Koh-

lendioxid, was bei den üblichen in Kältekreisen verwendeten Mengen praktisch nicht ins Gewicht fällt. In Abhängigkeit von den Ursachen und den Schäden, die zur Leckage geführt haben, muss beim Ablassen ins Freie aber eine Fallunterscheidung getroffen werden, um immer sicherstellen zu können, dass niemals ein explosives Gemisch auftreten kann. Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren unter Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung, indem nach dem Erkennen einer Leckage zunächst geprüft wird, ob sich im Inneren des Gehäuses (6) ein zündfähiges Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft gebildet hat, und ob im Kältekreis (1) ein Druckabfall stattfindet.

[0024] Als erstes muss dabei geprüft werden, ob sich im Kältekreis ein Druckabfall eingestellt hat. Für den Fall, dass sich kein Druckabfall eingestellt hat, ist weiterhin von einem Zweiphasengebiet im Kältekreislauf auszugehen und eine massive Leckage kann zunächst ausgeschlossen werden. Der Druck, unter dem der Kältekreislauf steht, kann dann als treibende Kraft für die Förderung des Propan in Freie genutzt werden und er reicht auch für ein Dispergieren mittels einer Dispergierdüse aus. Der Ablass darf sich dabei nicht über einer Bodensenke befinden, da Propan, wie auch fast alle anderen entzündlichen Arbeitsfluide, schwerer als Luft ist und in eine solche Bodensenke hineinsinken und ein entzündliches Gemisch bilden könnte. Solche Bodensenken sind beispielsweise mit Gitterrosten gesicherte Kellerfenster oder Gullideckel für Entwässerung oder Kellertreppen.

[0025] Diese Maßnahme ist aber nur solange durchführbar, wie der Kältekreislauf unter genügendem Druck steht und solange keine größere Menge an Propan in das Gehäuse gelangt ist, wo ein zündfähiges Gemisch entstehen könnte. Für den Fall, dass kaum Propan in das Gehäuse entweicht und der Verdichter des Kältekreises weiter betrieben werden kann, unterstützt der Verdichter den Druckaufbau zur Ablassen und Dispergieren des abzulassenden Propan.

[0026] Falls doch größere Mengen an Propan in das Gehäuse gelangt sein könnten, was sich beispielsweise durch einen Druckanstieg im Gehäuse erkennen lässt, muss umgehend das Gehäuse inertisiert werden und der Inhalt muss ebenfalls sicher ins Freie geleitet werden. Daher wird in einem solchen Fall in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass das Sperrventil des Kältekreises geschlossen und das Sperrventil des Inertgases zum Gehäuse sowie gleichzeitig das Sperrventil vom Gehäuse zum Ablass geöffnet wird. Das Inertgas drückt in diesem Fall das Propan-Luftgemisch aus dem Gehäuse durch den Ablass und bewirkt durch die Inertisierung gleichzeitig, dass die Zündfähigkeitsneigung abnimmt.

[0027] Als Inertisierungsgas wird vorzugsweise Kohlendioxid verwendet. Bei der Verwendung anderer Inertgase oder Gasmischungen ist auf deren Joule-Thomson-Koeffizient zu achten, damit während des Druckabfalls kein Eis entsteht, wie es etwa bei Verwendung von Rein-Stickstoff der Fall wäre.

[0028] In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird da-

her vorgesehen, dass der gasförmige Inhalt des Gehäuses abgesaugt und dabei mit einem Inertgas vermischt wird, bevor er aus dem Gehäuse (6) an einen Ort außerhalb des Gebäudes (13) geführt wird.

[0029] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird daher vorgesehen, dass nach einer negativen Prüfung, ob sich im Gehäuse ein zündfähiges Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft gebildet hat, und einer positiven Prüfung, ob im Kältekreis (1) ein Druckabfall stattfindet, der gasförmige Inhalt des Kältekreises (1) abgesaugt und dabei mit einem Inertgas vermischt wird, bevor er aus dem Gehäuse (6) an einen Ort außerhalb des Gebäudes (13) geführt wird.

[0030] In beiden Fällen kann in einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens vorgesehen werden, dass die Absaugung mittels eines Ejektors (18) erfolgt und das Inertgas als Treibstrahl hinzugemischt wird.

[0031] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird vorgesehen, dass nach einer negativen Prüfung, ob sich im Gehäuse ein zündfähiges Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft gebildet hat, und einer negativen Prüfung, ob im Kältekreis (1) ein Druckabfall stattfindet, das unter Druck befindliche Arbeitsfluid direkt oder mit Unterstützung des Verdichters in den Ablass (11) gegeben wird, wobei der Kältekreis durch ein Sperrventil (16) zwischen der Ablassleitung (17) und dem Verdampfer (3) unterbrochen wird.

[0032] Der letzte Teil des Propan im Kältekreislauf ist durch einfaches Öffnen des Sperrventils nur noch langsam zu entlüften, was im Notfall unerwünscht ist. In diesem Fall wird das Sperrventil vom Inertgasbehälter zum Kältekreis geöffnet und der Kältekreis wird mit Inertgas unter Druck gespült.

[0033] Es kann auch der Fall auftreten, dass eine Undichtigkeit in einem der beiden Wärmeübertrager auftritt. In einem solchen Fall findet eine Absicherung durch eine automatische Entlüftung des Arbeitsfluid aus dem Wärmeübertragerfluid in das Gehäuse hinein statt. Dem folgt dann ein Ablassen der Gehäuseinnenluft mit gleichzeitiger Inertisierung des Gehäuseinneren.

[0034] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiel näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 schematisch einen Kältekreislauf mit dem Kältemittel Propan und den vorgesehenen Sicherheitseinrichtungen am Beispiel einer Hauswärmepumpe.

[0035] Fig. 1 zeigt einen üblichen Kältekreis 1 mit einem Verdichter 2, einem Kondensator 3, einer Druckreduzierung 4 und einem Verdampfer in einem geschlossenen Gehäuse 6. Das Gehäuse 6 ist dabei üblicherweise schallisoliert und schon deshalb luftdicht ausgeführt, es kann leichten Überdruck aushalten. Baulich können Wasserspeicher und Schaltelemente integriert sein. Das Gehäuse 6 verfügt neben einem hier nicht gezeigten Stromanschluss über Leitungsanschlüsse für die Wärmequelle, den Wärmequellen-Anschluss 7 und den Wärmequellen-Vorlauf 8, und den Heizungskreislauf mit dem Wärmesenken-Vorlauf 9 und dem Wärmesenken-Anschluss 10.

[0036] Natürlich kann der hier vereinfacht dargestellte Kältekreislauf auch mehrere Wärmetauscher auf unterschiedlichen Temperaturniveaus, eine gestufte Druckreduzierung, Umschaltvorrichtungen für Heizbetrieb im Winter und Kühlung im Sommer, sowie eine Vielzahl von Sensoren enthalten, wobei die folgenden Sicherungseinrichtungen aber identisch sind.

[0037] Für den Fall einer Havarie ist eine aus dem Gehäuse herausführende Ablassleitung 11 vorgesehen, die von einer Rückschlagsicherung gegen Ansaugung von außen gesichert ist und außerhalb der Wohngebäudewand 13 in einem Disperser 14 endet. Im vorliegenden Beispiel ist der Disperser als Dralldurchlass ausgebildet, je nach örtlichen Gegebenheiten sind auch eine Vielzahl anderer Bauarten möglich. Wichtig ist hierbei, dass sich möglichst keine Strähnen bilden und dass eine möglichst hohe Luftvermischung erfolgt, damit ein sicherer Abstand zu den Zündgrenzen zu einem sich bildenden Propan-Luft-Gemisch entsteht, wenn Propan abgelassen wird.

[0038] Die Art des sicheren Ablassens von Propan hängt von der Art der Havarie ab bzw. von der Qualität der Information und den Umständen, die hierzu vorliegen. Hierbei sind äußere Umstände wie Stromausfall, Brand, Erdbeben, Überschwemmung und Unfälle von inneren Vorkommnissen wie dem Auftreten von Leckagen oder sehr seltenen größeren Störungen und solchen, die aus dem Zusammenwirken mit angeschlossenen externen Wärmequellen und Wärmesenken resultieren, zu unterscheiden. Die hierzu erforderlichen Erkennungsmittel sind nicht Gegenstand der Erfindung, sondern werden im Folgenden als im Rahmen des bekannten Standes der Technik als vorhanden vorausgesetzt und nicht extra dargestellt.

[0039] Falls eine kleine Leckage festgestellt wird, deren genaue Lokalisation oder Reparatur einen leergefahrenen Kältekreis erfordert, oder von der angenommen werden muss, dass sie sich schnell vergrößern könnte, wird das Ablass-Sperrventil 15 geöffnet, die Druckreduzierung 4 geöffnet und das Kältekreis-Sperrventil 16 geschlossen. Das unter Druck in die Ejektorzulaufleitung 17 einströmende Propan wird in den Ejektor 18 geleitet, muss aber nicht durch Treibgas unterstützt werden. Je nach den äußeren Gegebenheiten kann es jedoch sinnvoll sein, dem in den Ejektor eintretenden Propan Inertgas aus dem Inertgas-Druckbehälter 19 zuzumischen, indem das Treibgas-Sperrventil 20, welches auch als Regelventil ausgeführt sein kann, geöffnet wird und sich das Inertgas über die Treibgas-Zuleitung 21 im Ejektor mit dem Propan mischt.

[0040] Solange sich ein Zweiphasengemisch aus Propan im Kältekreislauf befindet, ist der Druck im Kältekreis im wesentlichen konstant und nur von der Temperatur abhängig. Sofern auch die Wärmequellen- und Wärmesenken-Anschlüsse geschlossen sind, bleibt die Temperatur weitgehend konstant, da die im Gehäuse 6 im Kondensator 3 vorhandene Wärmekapazität den Verlust von Verdampfungswärme des Propans kompensiert. Der

größte Teil des Propans kann so abgelassen werden. Anders liegt der Fall, wenn sich kein Warmwasser im Kondensator befindet. Dann muss mit einem Temperaturabfall und, damit verbunden, mit einem Druckabfall im Kältekreis gerechnet werden.

[0041] Sobald der Propandruck im Kältekreis sinkt, kann der Verdichter 2 zur weiteren Förderung und Druckerhöhung verwendet werden, sofern kein Stromausfall oder Verdichterausfall vorliegt. Zusätzlich kann das Sperrventil 22 geöffnet werden, um Inertgas aus dem Inertgas-Druckbehälter 19 in den Kältekreis 1 einzufüllen und den Druck zu halten. Im Falle eines Stromausfalls kann bei absinkendem Druck auch Inertgas aus der Treibgasleitung 21 in den Ejektor 18 gegeben werden, um Propan aus dem Kältekreis abzusaugen und mit einem solchen Druck in den Disperser 14 zu führen, dass noch eine ausreichend Verwirbelung oder Vermischung mit der Außenluft erfolgt. Sobald das Propan durch Verdünnung mit Inertgas aus dem Kältekreis 1 entfernt ist, können das Ablass-Sperrventil 15 und das Kältekreisinertisierungs-Sperrventil 22 geschlossen werden.

[0042] Im Anschluss daran muss das Gehäuse 6 mit Inertgas gespült werden, da sich durch die vorangegangene Propanleckage auch im Gehäuse noch zuviel Propan befinden könnte. Zu diesem Zweck wird das Gehäuseevakuierungs-Sperrventil 26 geöffnet, durch den Evakuierungseinlass 27 und den Filter 28 kann Luft aus dem Gehäuse 6 auf diese Weise in die Ejektorzulaufleitung 17 eingesaugt werden. Eine Rückschlagsicherung 29 sichert dabei ab, dass durch Fehlfunktionen restliches Propan in das Gehäuse fließen könnte. Indem das Treibgas-Sperrventil 20 geöffnet wird, kann die belastete Luft mittels des Ejektors 18 aus dem Gehäuse abgesaugt werden. Um dabei eine Beschädigung des Gehäuses 6 durch Unterdruck zu vermeiden, ist gleichzeitig das Gehäuseinertisierungs-Sperrventil 24 zu öffnen, welches soviel Inertgas über den Inertgasauslass 25 in das Gehäuse einströmen lässt, wie durch den Evakuierungseinlass 27 abgeführt wird. Vorzugsweise ist hier das bekannte Pendel-Gasverfahren anzuwenden.

[0043] Falls eine größere Havarie zu befürchten ist oder für den Fall, dass es brennt, ist ein Schnellablass erforderlich. In diesem Fall wird wie oben beschrieben verfahren, jedoch wird das Kältekreis-Sperrventil nicht geschlossen. Das Gehäuseevakuierungs-Sperrventil wird ebenfalls von Anfang an geöffnet, um einem eventuell entstehenden Überdruck im Gehäuse, sei es durch austretendes Propan oder durch Hitzeeinwirkung von außen, entgegen zu wirken. Sofern eine Beschädigung des Gehäuses bereits stattgefunden hat und keine Personen in der Nähe sind, wird auch das Gehäuseinertisierungs-Sperrventil geöffnet, um einem Brand auch außerhalb des Gehäuses den Sauerstoff zu nehmen.

[0044] Im Falle eines Erdbebens oder einer Überschwemmung werden dagegen alle Sperrventile geschlossen, bis sichergestellt ist, dass die Ablassvorrichtungen unbeschädigt sowie freigängig sind. Im Anschluss daran wird im Einzelfall entschieden, ob bzw.

wann ein Ablassen notwendig ist.

[0045] Dasselbe gilt grundsätzlich auch für den Fall, dass die Störungen allein den Wärmequellen- oder Wärmesenkenkreislauf betreffen. Sofern aber eine Leckage im Kältekreislauf einen Propananstieg im Wärmequellen- oder Wärmesenkenkreislauf zur Folge haben könnten, also auch Wärmeträgerflüssigkeit bei einem Druckabfall in den Kältekreislauf eindringen könnte, muss der Druck im Kältekreislauf auf dem Druck der Wärmeträgerflüssigkeit gehalten werden. Zu diesem Zweck wird zunächst nur das Kältekreisinertisierungs-Sperrventil 22, welches für diesen Fall auch als Regelventil ausgeführt werden kann, geöffnet, um Inertgas in den Kältekreis 1 einzuspeisen und den Druck leicht zu erhöhen. Gleichzeitig werden die Anschlüsse 7 bis 10 geschlossen. Je nach der Menge eventuell eingetretener Wärmeträgerflüssigkeit muss die Propanentfernung unter Druck erfolgen, wobei der Verdichter ausgeschaltet ist und der Ejektor mit Treibgas betrieben wird. Auf diese Weise wird ein sicherer Propanablass auch unter Mitriss von Wärmeträgerflüssigkeit gewährleistet.

Bezugszeichenliste

[0046]

1	Kältekreis	
2	Verdichter	
3	Kondensator	
4	Druckreduzierung	
5	Verdampfer	
6	Gehäuse	
7	Wärmequellen-Anschluss	
8	Wärmequellen-Vorlauf	
9	Wärmesenken-Vorlauf	
10	Wärmesenken-Anschluss	
11	Ablassleitung	
12	Rückschlagsicherung	
13	Außenmauer	
14	Disperser	
15	Ablass-Sperrventil	
16	Kältekreis-Sperrventil	
17	Ejektorzulaufleitung	
18	Ejektor	
19	Inertgas-Druckbehälter	
20	Treibgas-Sperrventil	
21	Treibgas-Zuleitung	
22	Kältekreisinertisierungs-Sperrventil	
23	Rückschlagsicherung	
24	Gehäuseinertisierungs-Sperrventil	
25	Inertgasauslass	
26	Gehäuseevakuierungs-Sperrventil	
27	Evakuierungseinlass	
28	Filter	
29	Rückschlagsicherung	

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Clausius-Rankine-Kreisprozesses in einem Wohngebäude mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, welches im gasförmigen Zustand unter Atmosphärenbedingungen schwerer als Luft ist und in einem geschlossenen, hermetisch dichten Kältekreis (1) geführt wird, in dem ein Arbeitsfluid umläuft, aufweisend

- mindestens einen Verdichter(2) für Arbeitsfluid,
- mindestens eine Entspannungseinrichtung (4) für Arbeitsfluid,
- mindestens zwei Wärmeübertrager(3, 5) für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen (7, 8, 9, 10) für Wärmeüberträgerfluide,
- ein geschlossenes Gehäuse (6), welches alle am geschlossenen Kältekreis (1) angeschlossenen Einrichtungen umfasst und weitere Einrichtungen umfassen kann,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Kältekreis (1) mit einem Ablass (11) verbunden ist, der in Strömungsrichtung dem Verdichter (2) nachfolgend angeordnet ist und der Ablass (11) durch ein Sperrventil (15) vom Kältekreis (1) getrennt ist,
- das Gehäuseinnere (6) mit dem Ablass (11) verbunden ist und der Ablass durch ein Sperrventil (26) vom Kältekreis (1) getrennt ist,
- der Ablass (11) aus dem Gehäuse an einen Ort außerhalb des Gebäudes (13) führbar ist,
- am Austritt des Ablasses eine Vorrichtung zum Dispergieren (14) angeordnet ist, und
- ein unter Druck gehaltenes Inertgas in mindestens einem Inertgasbehälter (19) bevorratet wird, und dieser Inertgasbehälter (19) sowohl mit dem Kältekreis (1) als auch mit dem Gehäuseinneren (6) über je ein Sperrventil (22, 24) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Sperrventil (15), welches den Ablass (11) vom Kältekreis (1) trennt, und dem Ablass (11) ein Ejektor (18) angeschlossen ist, der mit einer Treibstrahlleitung (21) über ein Sperrventil (20) an den unter Druck gehaltenen Inertgasbehälter (19) angeschlossen ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kältekreis (1) zwischen dem Verdichter (2) und dem Kondensator (3) ein Sperrventil (16) angeordnet wird, wobei die zum Ablass führende Leitung (17) vor dem Sperrventil

(16) abzweigt und die Verbindungsleitung zum Inertgasbehälter (19) nach dem Sperrventil (16) abzweigt.

4. Verfahren zur Sicherheitsevakuiierung eines Kältekreis und des ihn umfassenden Gehäuses entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 3, zusammen mindestens umfassend

- mindestens einen Verdichter(2) für Arbeitsfluid, 10
- mindestens eine Entspannungseinrichtung (4) für Arbeitsfluid,
- mindestens zwei Wärmeübertrager(3, 5) für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen (7, 8, 9, 10) für Wärmeüberträgerfluide, 15
- ein geschlossenes Gehäuse (6), welches alle am geschlossenen Kältekreis (1) angeschlossenen Einrichtungen umfasst und weitere Einrichtungen umfassen kann, 20
- der Kältekreis (1) mit einem Ablass (11) verbunden ist, der in Strömungsrichtung dem Verdichter (2) nachfolgend angeordnet ist und der Ablass (11) durch ein Sperrventil (15) vom Kältekreis (1) getrennt ist, 25
- das Gehäuseinnere (6) mit dem Ablass (11) verbunden ist und der Ablass durch ein Sperrventil (26) vom Kältekreis (1) getrennt ist, 30
- der Ablass (11) aus dem Gehäuse an einen Ort außerhalb des Gebäudes (13) geführt wird, am Austritt des Ablasses eine Vorrichtung zum Dispergieren (14) angeordnet ist, und
- ein unter Druck gehaltenes Inertgas in mindestens einem Inertgasbehälter (19) bevorratet wird, und dieser Inertgasbehälter (19) sowohl mit dem Kältekreis (1) als auch mit dem Gehäuseinneren (6) über je ein Sperrventil (22, 24) verbunden ist. 35

dadurch gekennzeichnet, dass

- nach dem Erkennen einer Leckage zunächst geprüft wird, ob sich im Inneren des Gehäuses (6) ein zündfähiges Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft gebildet hat, 45
- und ob im Kältekreis (1) ein Druckabfall stattfindet.

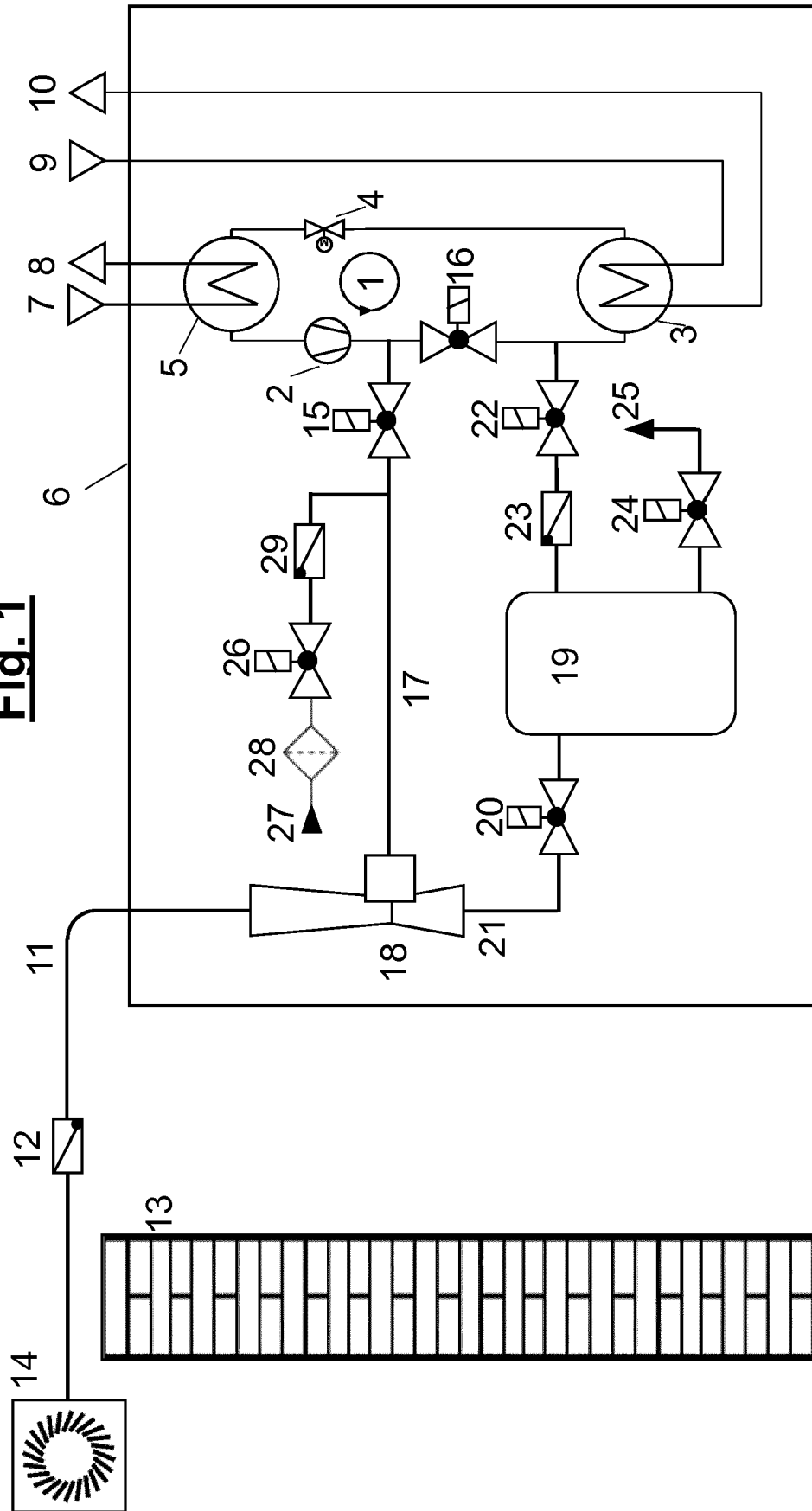
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer positiven Prüfung, ob sich im Gehäuse ein zündfähiges Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft gebildet hat, zunächst das Innere des Gehäuses (6) inertisiert wird, indem das Sperrventil (26), welches das Innere des Gehäuses (6) mit dem Ablass (11) verbindet, geöffnet wird und gleichzeitig Inertgas aus dem Inertgasbehälter (19) in das Innere des Gehäuses geleitet wird. 50 55

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gasförmige Inhalt des Gehäuses abgesaugt und dabei mit einem Inertgas vermischt wird, bevor er aus dem Gehäuse (6) an einen Ort außerhalb des Gebäudes (13) geführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer negativen Prüfung, ob sich im Gehäuse ein zündfähiges Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft gebildet hat, und einer positiven Prüfung, ob im Kältekreis (1) ein Druckabfall stattfindet, der gasförmige Inhalt des Kältekreises (1) abgesaugt und dabei mit einem Inertgas vermischt wird, bevor er aus dem Gehäuse (6) an einen Ort außerhalb des Gebäudes (13) geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absaugung mittels eines Ejektors (18) erfolgt und das Inertgas als Treibstrahl hinzugemischt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer negativen Prüfung, ob sich im Gehäuse ein zündfähiges Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft gebildet hat, und einer negativen Prüfung, ob im Kältekreis (1) ein Druckabfall stattfindet, das unter Druck befindliche Arbeitsfluid direkt oder mit Unterstützung des Verdichters in den Ablass (11) gegeben wird, wobei der Kältekreis durch ein Sperrventil (16) zwischen der Ablassleitung (17) und dem Verdampfer (3) unterbrochen wird.

Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 19 8122

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	FR 2 827 948 A1 (BERNIER JACQUES [FR]) 31. Januar 2003 (2003-01-31) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeile 6 - Seite 4, Zeile 7; Abbildungen 1,2,6 *	1-9	INV. F24F11/36 F25B49/02
A	DE 10 2014 112545 A1 (DENSO AUTOMOTIVE DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 3. März 2016 (2016-03-03) * Absätze [0030] - [0044]; Abbildungen 1, 2 *	1-9	
A	JP 2000 071755 A (DENSO CORP; TOYOTA MOTOR CORP) 7. März 2000 (2000-03-07) * Zusammenfassung *	1-9	
A	US 2005/028540 A1 (ZIMA MARK J [US] ET AL) 10. Februar 2005 (2005-02-10) * Absätze [0014] - [0018]; Abbildung 1 *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24F F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. März 2019	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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 19 8122

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

20-03-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	FR 2827948 A1	31-01-2003	FR 2827948 A1	31-01-2003
			WO 03010473 A1	06-02-2003
15	DE 102014112545 A1	03-03-2016	KEINE	
	JP 2000071755 A	07-03-2000	JP 3355548 B2	09-12-2002
			JP 2000071755 A	07-03-2000
20	US 2005028540 A1	10-02-2005	EP 1654505 A2	10-05-2006
			US 2005028540 A1	10-02-2005
			WO 2005017416 A2	24-02-2005
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 2015032905 A1 [0009] [0010]
- DE 553295 C [0011]
- DE 19526980 A1 [0012]