



(11)

**EP 3 486 575 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**16.09.2020 Patentblatt 2020/38**

(51) Int Cl.:  
**F24F 11/36<sup>(2018.01)</sup> F25B 49/02<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **18198122.6**

(22) Anmeldetag: **02.10.2018**

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

DEVICE AND METHOD FOR A SECURITY DRAIN OF WORKING FLUID

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'ÉVACUATION DE SÉCURITÉ DU FLUX DE TRAVAIL

(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**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.05.2019 Patentblatt 2019/21**

(73) Patentinhaber: **Vaillant GmbH**  
**42859 Remscheid (DE)**

(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)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1-102014 112 545 FR-A1- 2 827 948**  
**JP-A- 2000 071 755 US-A1- 2005 028 540**

**EP 3 486 575 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## 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 und kombinierte Wohn- und Geschäftshäuser verstanden, in denen Menschen dauerhaft leben und 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 förderte.

**[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 Arbeitsfluid in den gekoppelten Nutzwärme- oder Nutzkältekreislauf gelangen.
- Es darf kein Arbeitsfluid aus dem Kältekreislauf un-

bemerkt 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.

**[0005]** 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.

**[0006]** 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.

**[0007]** 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.

**[0008]** 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  $38 \text{ g/m}^3$  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.  $2 \text{ g/m}^3$  stellen sich narkotische Effekte, Kopfschmerzen und Übelkeit ein. Dies betrifft Personen, die ein erkanntes Problem vor Ort lösen sollen, noch bevor Explosionsgefahr entsteht.

**[0009]** 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.

**[0010]** 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 doppelwan-

digen 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.

**[0011]** 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.

**[0012]** Die FR 2 827 948 A1 beschreibt eine innen aufgestellte Wärmepumpe, die mit Propan oder Isobutan betrieben wird, und die einen gekapselten Bereich aufweist, in dem der Kältekreis angeordnet ist. Aus diesem gekapselten Bereich wird eine Leitung nach außen geführt, aus der das Kältemittel im Fall einer Leckage ungefiltert entweichen kann. In Varianten ist ein Mauerdurchbruch, eine Verbindung zu einer Außeneinheit oder eine gebläsegestützte Ventilation des gekapselten Bereichs vorgesehen.

**[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 zu-

verlässig 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 Eigenverbrauch 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 gemäß Anspruch 1 und durch ein Verfahren gemäß Anspruch 4.

**[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 ein 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 ins Freie ist eine übliche Vorgehensweise, da Propan nur eine geringe Klimawirksamkeit aufweist, etwa das 3,3-fache von Kohlendioxid, 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 Propans 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 sol-

che 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 Kältekreislaufes weiter betrieben werden kann, unterstützt der Verdichter den Druckaufbau zur Ablassen und Dispergieren des abzulassenden Propans.

**[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 Kältekreislaufes 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 Reinstickstoff der Fall wäre.

**[0028]** In einer Ausgestaltung des Verfahrens wird daher 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 Kältekreislauf (1) ein Druckabfall stattfindet, der gasförmige Inhalt des Kältekreislaufes (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 hinzugesetzt 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 Kältekreislauf (1) ein Druckabfall stattfindet, das unter Druck befindliche Arbeitsfluid direkt oder mit Unterstützung des Verdichters in den Ablass (11) gegeben wird, wobei der Kältekreislauf durch ein Sperrventil (16) zwischen

der Ablassleitung (17) und dem Verdampfer (3) unterbrochen wird.

**[0032]** Der letzte Teil des Propans 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 Kältekreislauf geöffnet und der Kältekreislauf 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 Arbeitsfluids aus dem Wärmeübertragerfluid in das Gehäuse hinein statt. Dem folgt dann ein Ablassen der Gehäuseinnenluft mit gleichzeitiger Inertisierung des Gehäuses.

**[0034]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels 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 Kältekreislauf 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 Sicherheitseinrichtungen 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 Wohngebäudefassade 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 Strahlen 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 in-

neren 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 Verdrängung 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 Gehä-

seevakuierungs-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 könnte, 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	5
6	Gehäuse	
7	Wärmequellen-Anschluss	
8	Wärmequellen-Vorlauf	
9	Wärmesenken-Vorlauf	
10	Wärmesenken-Anschluss	10
11	Ablassleitung	
12	Rückschlagsicherung	
13	Außenmauer	
14	Disperser	
15	Ablass-Sperrventil	15
16	Kältekreis-Sperrventil	
17	Ejektorzulaufleitung	
18	Ejektor	
19	Inertgas-Druckbehälter	
20	Treibgas-Sperrventil	20
21	Treibgas-Zuleitung	
22	Kältekreisinertisierungs-Sperrventil	
23	Rückschlagsicherung	
24	Gehäuseinertisierungs-Sperrventil	
25	Inertgasauslass	25
26	Gehäuseevakuierungs-Sperrventil	
27	Evakuierungseinlass	
28	Filter	
29	Rückschlagsicherung	30

### Patentansprüche

- Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Clausius-Rankine-Kreisprozesses in einem Wohngebäude (13) 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) durch eine zum Ablass führende Leitung (17) 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 Gehäuseinneren (6) getrennt ist,
  - der Ablass (11) aus dem Gehäuse an einen Ort außerhalb des Wohngebäudes (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.
- 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.
- 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.
- Verfahren zur Sicherheitsevakuierung eines Kältekreis und des ihn umfassenden Gehäuses entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 3, **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,
  - und ob im Kältekreis (1) ein Druckabfall stattfindet.
- 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.
- Verfahren nach Anspruch 5 entsprechend einer Vor-

richtung der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gasförmige Inhalt des Gehäuses mittels eines Ejektors (18) abgesaugt und dabei mit einem Inertgas als Treibstrahl vermischt wird, bevor er aus dem Gehäuse (6) an einen Ort außerhalb des Wohngebäudes (13) geführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4 entsprechend einer Vorrichtung der Ansprüche 2 oder 3, **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) mittels eines Ejektors (18) abgesaugt und dabei mit einem Inertgas als Treibstrahl vermischt wird, bevor er aus dem Gehäuse (6) an einen Ort außerhalb des Wohngebäudes (13) geführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 4 entsprechend einer Vorrichtung gemäß Anspruch 3, **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.

## Claims

1. Device for the secure implementation of a left-turning thermodynamic Clausius-Rankine cycle in a residential building (13) by means of an ignitable working fluid, which in the gaseous state under atmospheric conditions is heavier than air and is guided in a closed, hermetically sealed cooling circuit (1) in which a working fluid circulates, having
- at least one compressor (2) for working fluid,
  - at least one relaxation device (4) for working fluid,
  - at least two heat exchangers (3, 5) for working fluid, each with at least two connections (7, 8, 9, 10) for heat exchanger fluids,
  - a closed housing (6), which comprises all devices connected to the closed cooling circuit (1) and can comprise additional devices,
- characterised in that**
- the cooling circuit (1) is connected to a drain (11) by a line (17) leading to the drain, which is arranged in flow direction downstream of the compressor (2) and the drain (11) is separated by a shut-off valve (15) from the cooling circuit (1),
- the inside of the housing (6) is connected to the drain (11) and the drain is separated by a shut-off valve (26) from the inside of the housing (6),
- the drain (11) can be guided out of the housing to a location outside the residential building (13),
- at the outlet of the drain a dispersing device (14) is arranged, and
- an inert gas held under pressure is stored in at least one inert gas container (19), and said inert gas container (19) is connected both to the cooling circuit (1) and to the inside of the housing (6) via a shut-off valve (22, 24) respectively.
2. Device according to claim 1, **characterised in that** between the shut-off valve (15), which separates the drain (11) from the cooling circuit (1), and the drain (11) an ejector (18) is connected, which is connected to a propulsion jet line (21) via a shut-off valve (20) to the inert gas container (19) held under pressure.
3. Device according to any of claims 1 or 2, **characterised in that** in the cooling circuit (1) between the compressor (2) and the capacitor (3) a shut-off valve (16) is arranged, wherein the line (17) leading to the drain branches off before the shut-off valve (16) and the connecting line to the inert gas container (19) branches off downstream of the shut-off valve (16).
4. Method for the safety evacuation of a cooling circuit and the housing encompassing it according to one of claims 1 to 3, **characterised in that**
- after identifying a leak a check is made to see whether inside the housing (6) an ignitable mixture of working fluid and air has formed,
  - and whether there is a pressure drop in the cooling circuit (1).
5. Method according to claim 4, **characterised in that** after a positive inspection of whether an ignitable mixture of working fluid and air has formed in the housing, firstly the inside of the housing (6) is made inert, **in that** the shut-off valve (26), which connects the inside of the housing (6) to the drain (11), is opened and at the same time inert gas from the inert gas container (19) is directed into the inside of the housing.
6. Method according to claim 5 according to a device of claims 2 or 3, **characterised in that** the gaseous content of the housing is suctioned off by means of ejector (18) and is thereby mixed with an inert gas as propulsion jet, before it is guided out of the housing (6) to a location outside the residential building (13).

7. Method according to claim 4 according to a device of claims 2 or 3, **characterised in that** after a negative inspection of whether a ignitable mixture of working fluid and air has formed in the housing, and a positive inspection of whether there is a drop of pressure in the cooling circuit (1), the gaseous content of the cooling circuit (1) is suctioned off by means of an ejector (18) and is mixed there with an inert gas as propulsion jet, before it is guided out of the housing (6) to a location outside the residential building (13).

8. Method according to claim 4 according to a device according to claim 3, **characterised in that** after a negative inspection of whether a ignitable mixture of working fluid and air has formed in the housing, and a negative inspection of whether there has been a drop of pressure in the cooling circuit (1), the working fluid under pressure is passed directly or with the support of the compressor into the drain (11), wherein the cooling circuit is interrupted by a shut-off valve (16) between the drain line (17) and the evaporator (3).

#### Revendications

1. Dispositif pour la réalisation en toute sécurité d'un processus thermodynamique à rotation à gauche de Clausius Rankine dans un bâtiment résidentiel (13) au moyen d'un fluide de travail inflammable, lequel est plus lourd que l'air dans un état gazeux en conditions atmosphériques et est mené dans un circuit de refroidissement (1) fermé de manière hermétiquement étanche, dans lequel un fluide de travail circule, présentant

- au moins un compresseur (2) pour du fluide de travail,
- au moins un dispositif de détente (4) pour du fluide de travail,
- au moins deux échangeurs de chaleur (3, 5) pour du fluide de travail avec respectivement au moins deux raccords (7, 8, 9, 10) pour des fluides de transfert de chaleur,
- un boîtier (6) fermé, lequel comprend tous les appareils reliés au circuit de refroidissement (1) et peut comprendre d'autres appareils,

#### **caractérisé en ce que**

- le circuit de refroidissement (1) est raccordé par une conduite (17) menant à l'évacuation à une évacuation (11), qui est agencée dans le sens du courant suivant le compresseur (2) et l'évacuation (11) est séparée du circuit de refroidissement (1) par une vanne d'arrêt (15),
- l'intérieur de boîtier (6) est raccordé à l'évacuation (11) et l'évacuation est séparée de l'intérieur de boîtier (6) par une vanne d'arrêt (26),

- l'évacuation (11) peut être menée du boîtier à un endroit à l'extérieur du bâtiment résidentiel (13),
- un dispositif pour la dispersion (14) est agencé à la sortie de l'évacuation, et
- un gaz inerte maintenu sous pression est stocké dans au moins un réservoir de gaz inerte (19), et ce réservoir de gaz inerte (19) est raccordé à la fois au circuit de refroidissement (1) et à l'intérieur de boîtier (6) via une vanne d'arrêt (22, 24).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, entre la vanne d'arrêt (15), laquelle sépare l'évacuation (11) du circuit de refroidissement (1), et un éjecteur (18) est relié à l'évacuation (11), qui est reliée avec une conduite de jet d'expulsion (21) via une vanne d'arrêt (20) au réservoir de gaz inerte (19) maintenu sous pression.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une vanne d'arrêt (16) est agencée dans le circuit de refroidissement (1) entre le compresseur (2) et le condenseur (3), dans lequel la conduite (17) menant à l'évacuation bifurque devant la vanne d'arrêt (16) et la conduite de raccordement bifurque vers le réservoir de gaz inerte (19) après la vanne d'arrêt (16).

4. Procédé d'évacuation de sécurité d'un circuit de refroidissement et du boîtier l'entourant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**

- après la détection d'une fuite, on vérifie d'abord si un mélange inflammable de fluide de travail et d'air s'est formé dans l'intérieur du boîtier (6)
- et si une chute de pression se produit dans le circuit de refroidissement (1).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**, après un examen positif visant à déterminer si un mélange inflammable de fluide de travail et d'air s'est formé dans le boîtier, l'intérieur du boîtier (6) est d'abord rendu inerte en ouvrant la vanne d'arrêt (26), laquelle raccorde l'intérieur du boîtier (6) à l'évacuation (11) et du gaz inerte est mené de manière simultanée du réservoir de gaz inerte (19) dans l'intérieur du boîtier.

6. Procédé selon la revendication 5 correspondant à un dispositif selon les revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le contenu gazeux du boîtier est aspiré au moyen d'un éjecteur (18) et ainsi mélangé avec un gaz inerte comme jet d'expulsion, avant qu'il soit mené du boîtier (6) à un endroit à l'extérieur du bâtiment résidentiel (13).

7. Procédé selon la revendication 4 correspondant à un dispositif selon les revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que**, après un examen négatif visant à déterminer si un mélange inflammable de fluide de travail et d'air s'est formé dans le boîtier, et un examen positif visant à déterminer si une chute de pression se produit dans le circuit de refroidissement (1), le contenu gazeux du circuit de refroidissement (1) est aspiré au moyen d'un éjecteur (18) et ainsi mélangé avec un gaz inerte comme jet d'expulsion, avant qu'il soit mené du boîtier (6) à un endroit à l'extérieur du bâtiment résidentiel (13).
8. Procédé selon la revendication 4 correspondant à un dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, après un examen négatif visant à déterminer si un mélange inflammable de fluide de travail et d'air s'est formé dans le boîtier, et un examen négatif visant à déterminer si une chute de pression se produit dans le circuit de refroidissement (1), le fluide de travail se trouvant sous pression est distribué directement ou avec l'assistance du compresseur dans l'évacuation (11), dans lequel le circuit de refroidissement est interrompu par une vanne d'arrêt (16) entre la conduite d'évacuation (17) et l'évaporateur (3).

5

10

15

20

25

30

35

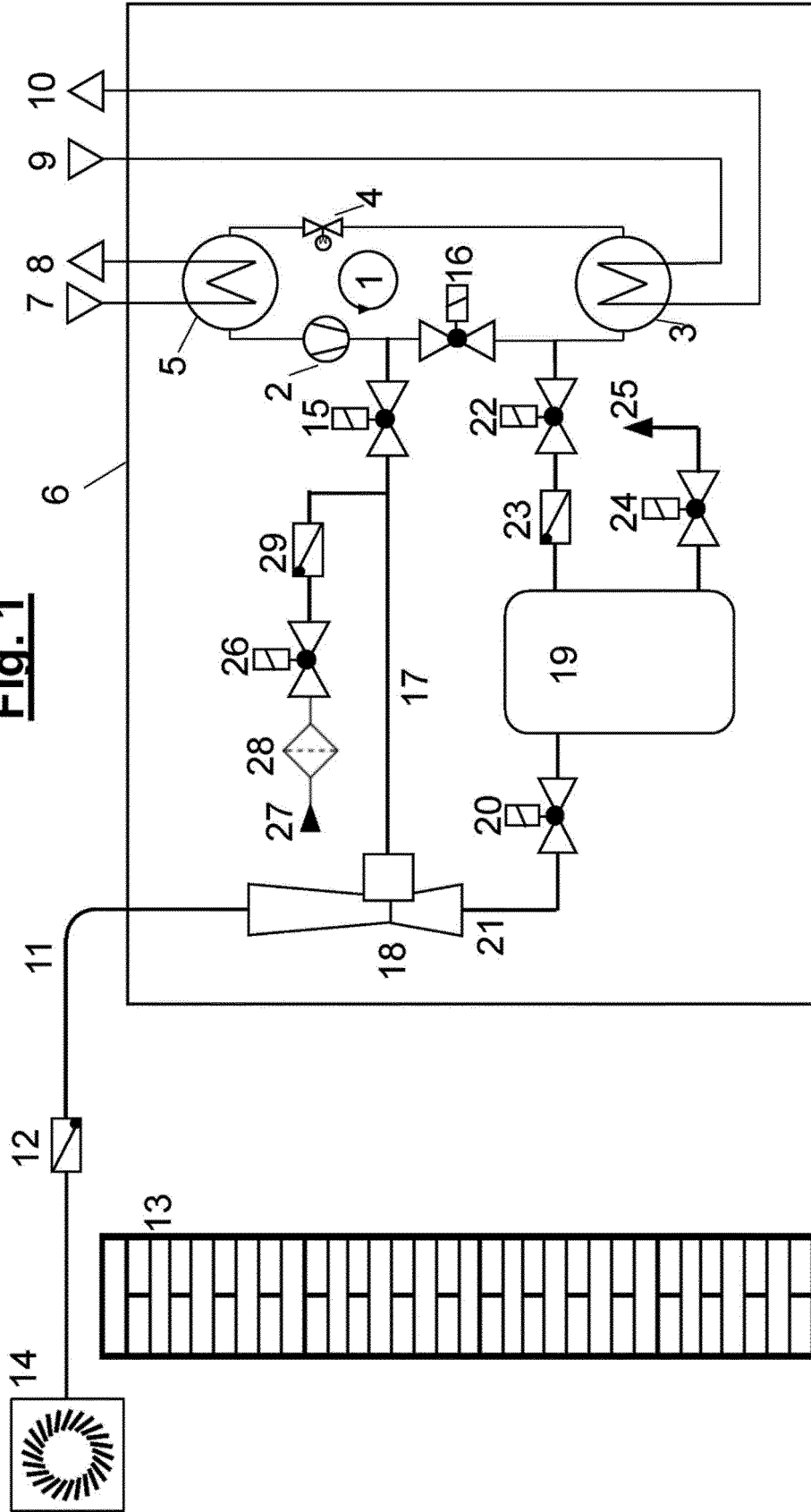
40

45

50

55

**Fig. 1**



**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 [0008] [0009]
- DE 553295 C [0010]
- DE 19526980 A1 [0011]
- FR 2827948 A1 [0012]