



(11) **EP 4 474 735 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.12.2024 Patentblatt 2024/50

(21) Anmeldenummer: **24179500.4**

(22) Anmeldetag: **03.06.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25B 43/00 ^(2006.01) **F24F 11/36** ^(2018.01)
F24F 11/89 ^(2018.01) **F24F 13/20** ^(2006.01)
F24F 13/28 ^(2006.01) **F25B 49/00** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 49/005; F24F 11/36; F24F 13/20;
F24F 13/28; F25B 43/003; F25B 2500/22

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(30) Priorität: **06.06.2023 DE 102023114838**

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

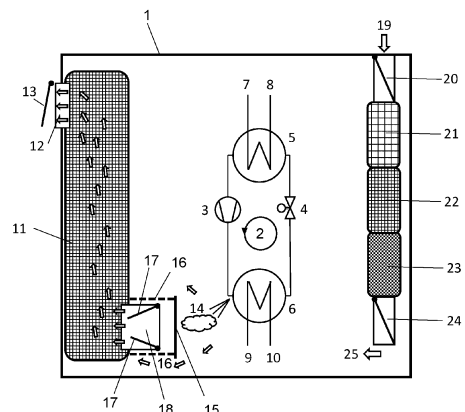
(72) Erfinder:
• **Lingk, Tobias**
42799 Leichlingen (DE)
• **Krampe-Zadler, Christof**
44628 Herne (DE)
• **Spahn, Hans-Josef**
40699 Erkrath (DE)
• **Badenhop, Thomas**
42499 Hückeswagen (DE)

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

(54) **SYSTEM BESTEHEND AUS MINDESTENS ZWEI VORRICHTUNGEN ZUR SICHERUNG EINES KÄLTEKREISES UND ASSOZIIERTES GASPENDELVERFAHREN**

(57) System aus mindestens zwei Adsorptionsvorrichtungen zur Sicherung eines Kältekreis, der mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids in einem linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozess (2) in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf betrieben wird, gegen leakagebedingten Austritt aus einen ihn dicht einschließendem Umschließungsgehäuse (1), aufweisend mindestens je eine Öffnung (18, 25) für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Innenraum des Umschließungsgehäuses (1) verbunden ist, mindestens je eine Öffnung (12, 19) für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Außenraum des Umschließungsgehäuses (1) verbunden ist, wobei mindestens eine der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre (13, 20) gegenüber dem Außenraum des Umschließungsgehäuses (1) aufweist, und mindestens eine andere der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre (17, 24) gegenüber dem Innenraum des Umschließungsgehäuses aufweist,

Fig. 1



EP 4 474 735 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System aus mindestens zwei Adsorbern zur Minimierung der Co-Adsorption von VOC (Volatile Organic Compounds) in solchen Adsorbern, die als Sicherungseinrichtung für den Fall vorgesehen werden, dass irreguläre Zustände in Kältekreisen auftreten, in denen ein als Kältemittel wirkendes Arbeitsfluid in einem thermodynamischen Kreisprozess, wie zum Beispiel dem Clausius-Rankine-Kreisprozess, geführt wird. Vorwiegend sind dies Wärmepumpen, Klimaanlageanlagen und Kühlgeräte, wie sie in Wohngebäuden gebräuchlich sind, wobei der maschinelle Teil üblicherweise in geschlossenen Behältern wie Gehäusen oder Kapselungen betrieben wird. Die Kältekreise sind dabei zwar geschlossen, Leckagen könnten aber dazu führen, das brennbare oder giftige oder klimaschädliche Kältemittel austritt und in den Behälter bzw. das Gehäuse oder die Kapselung gelangen kann. Für ein solches Behältnis wird im Folgenden der Terminus "Umschließungsgehäuse" verwendet.

[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. Als Folge werden gerne brennbare Kältemittel verwendet, die klimaschädlichen Nachteile nicht aufweisen, dies sind vor allem R290 (Propan), R600a (Isobutan) und R1270 (Propen). Diese haben den weiteren Vorteil besonders hoher erreichbarer Wirkungsgrade, es müssen aber wegen der Brennbarkeit Vorkehrungen hinsichtlich der Sicherheit gegenüber Notfällen getroffen werden. Dies betrifft vor allem Leckagen nach Betriebsstörungen.

[0004] Die auftretenden Probleme bei der Sicherheitsauslegung solcher Anlagen werden in der EP 4 008 979 A1 anschaulich und ausführlich beschrieben. In vielen Fällen kommen daher Adsorber mit Aktivkohle oder anderen geeigneten Adsorbentien zum Einsatz. Sofern das leckagebedingt austretende Kältemittel oder Arbeitsfluid schwerer als Luft ist, sinkt es im Wärmepumpenbehälter zunächst nach unten, wo typischerweise auch die

Einlassöffnungen für Adsorber angeordnet sind. Ansteigender Druck im Wärmepumpenbehälter aufgrund des zusätzlichen, unter Druck ausströmenden Kältemittels bewirkt dann eine Strömung durch den Adsorber, die auch von Lüftern oder anderen Strömungsförderern unterstützt werden kann. Im Adsorber wird dann das Kältemittel gebunden und kann nicht in den Aufstellungsraum austreten.

[0005] Die DE 10 2011 116 863 A1 beschreibt ein weiteres Verfahren zur Sicherung einer Vorrichtung für einen thermodynamischen Kreisprozess, welche mit einem Prozessfluid betrieben wird, das mindestens eine umweltgefährliche, giftige und/oder entzündliche Substanz enthält oder daraus besteht. Im Falle einer Leckage in der Vorrichtung für einen thermodynamischen Kreisprozess wird ein Adsorptionsmittel mit dem Prozessfluid, insbesondere Ammoniak, Propan oder Propen, in Kontakt gebracht und die Substanz durch das Adsorptionsmittel selektiv gebunden. Das Adsorptionsmittel wird nach Gebrauch regeneriert. Als Adsorptionsmittel werden Aktivkohle, Zeolith, auch in Kombination mit Imidazol oder Phosphaten, ferner CuBTC vorgeschlagen, das Adsorptionsmittel kann in Form einer Schüttung, eines Formkörpers, eines Anstrichs, eines Sprühfilms oder einer Beschichtung ausgestattet sein. Die Trägerstruktur des Formkörpers kann aus Mikrostruktur, Lamellenstruktur, Rohrbündel, Rohrregister und Blech bestehen und muss mechanisch stabil sowie stark oberflächenvergrößernd sein. Eine Umwälzung der potenziell kontaminierten Luft erfolgt üblicherweise kontinuierlich, kann aber auch durch einen Sensor initiiert werden, der die Lüftung nach Erreichen eines Schwellenwerts oder bei einem erkannten Havariefall einschaltet. Die Adsorption kann innerhalb oder außerhalb eines geschlossenen Raumes, also innerhalb einer Kühlkammer wie in der DE 10 2011 116 863 A1 beschrieben, oder innerhalb eines Umschließungsgehäuses durchgeführt werden.

[0006] Ein Problem ist dabei aber eine mögliche Belastung des Adsorptionsmittels durch Co-Adsorptive, also etwa VOC (volatile organic compounds), Wasserdampf aus Luftfeuchte, Luftsauerstoff, Temperaturwechseln, und anderen. Kritisch sind in einigen Umgebungen aber vor allem die VOC, die zum Großteil aus Kohlenwasserstoffen bestehen und eine Siedetemperatur zwischen 50°C und 250°C aufweisen. Dazu zählen verschiedene Aldehyde, Ketone, Aromaten, Terpene und Alkohole. Besonders relevant sind Formaldehyd, Toluol, m,p-Xylol, Benzol, Acetaldehyd, Isopropanol, n-Butan, α -Pinen und Limonen, von denen viele auch für ihre gravierenden Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit bekannt sind.

[0007] In Innenräumen kann die Konzentration von VOC besonders hoch sein. Der Grund sind neue Baumaterialien und Möbel und Reinigungsmittel, aber auch Farben und in Berufsumgebungen Tonerstaub, Parfüms, Laborchemikalien und Geruchsstoffe aus Fertigungsbetrieben einschließlich Tabakrauch, in Küchenumgebungen kommen weitere Kontaminaten hinzu.

[0008] Verwendet man ein Sorptionsbett nach Art der voranstehenden Technologien, ergibt sich die Belastung solcher in Bezug auf das Gehäuse nach innen und nach außen offenen Sorptionsbetten durch Kontamination und wird durch Diffusion und Konvektion von Kontaminaten, im Falle der Adsorption von Co-Adsorptive, von beiden Kanalöffnungen in das Sorptionsbett hinein verursacht. Die Kontaminaten können dabei reversible oder auch irreversible Degradationen der Sorptionskapazität des Sorptionsbettes gegenüber dem austretenden Kältemittel verursachen.

[0009] Die Diffusionsströmung wird dabei einzig durch das Konzentrationsgefälle angetrieben, während konvektive Einträge durch wetterinduzierte Luftdruck- oder auch Temperaturgradienten zwischen Gehäuse und Umgebung verursacht werden. Die resultierenden Druckunterschiede führen zu Ausgleichsströmungen durch das Sorptionsbett und damit zum Stofftransport von Kontaminaten in das Sorptionsbett. Aus dem Gehäuse, in dem der Kreisprozess durchgeführt wird, kommen als Kontaminaten in Betracht: ein- und mehrwertige Alkohole, Feuchte, Ziehöl, Schneidöl, Schäummittel und RCM-Öle. Diese Belastungen sind auch alle in der EP 3 693 683 A1 beschrieben.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung ist daher, eine verbesserte Vorrichtung bereitzustellen, welche die dargestellten Probleme besser löst und die Nachteile nicht mehr aufweist.

[0011] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein System aus mindestens zwei Adsorptionsvorrichtungen zur Sicherung eines Kältekreis, der mittels eines entzündlichen oder gesundheits- und umweltgefährdenden Arbeitsfluids in einem linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozess in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf betrieben wird, gegen leakagebedingten Austritt aus einem ihn dicht einschließendem Umschließungsgehäuse, aufweisend

- mindestens je eine Öffnung für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Innenraum des Umschließungsgehäuses verbunden ist,
- mindestens je eine Öffnung für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Außenraum des Umschließungsgehäuses verbunden ist,
- wobei mindestens eine der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre gegenüber dem Außenraum des Umschließungsgehäuses aufweist,
- und mindestens eine andere der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre gegenüber dem Innenraum des Umschließungsgehäuses aufweist,
- und keine der Adsorptionsvorrichtungen sowohl zum Innenraum als auch zum Außenraum des Umschließungsgehäuses geöffnet sein kann.

[0012] Entzündliche oder gesundheits- und umweltgefährdende Arbeitsfluide im Sinne der Erfindung sind vor allem R290 (Propan), R600a (Isobutan) und R1270 (Propen), halogenierte Kältemittel wie z.B. Difluormethan

(R32) und anorganische Mittel wie R717 (Ammoniak) und R744 (Kohlendioxid), aber auch alle anderen bekannten Kältemittel.

[0013] Somit ergibt sich für die Luft-Gasgemischströmungen eine Vorrichtung, die einer Gaspendelvorrichtung entspricht, wie sie auch aus großen Gasspeichern bekannt ist. Mindestens eine Adsorptionsvorrichtung dient daher dem "Einatmen" ins Umschließungsgehäuse, mindestens eine andere dem "Ausatmen" aus dem Umschließungsgehäuse. Dies hat den Vorteil, dass die Adsorptionsvorrichtungen je nach den erwartbaren oder befürchtbaren Kontaminationen mit unterschiedlichen Adsorptionsmitteln und Adsorptionsmittelmengen ausgestattet sein können.

[0014] Ausgestaltungen betreffen die Rückstromsperren für die Adsorptionsvorrichtungen, durch Luft in das Umschließungsgehäuse geführt wird. Die Strömungen aufgrund von Luftdruckschwankungen oder Temperaturschwankungen im Aufstellungsraum und die Diffusionsvorgänge sind hierbei zu beachten. Um vorzeitige Belegung des Adsorptionsmittels zu verhindern, wird daher mindestens eine Rückstromsperre der Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft mit kontaminierenden Inhaltsstoffen in das Umschließungsgehäuse eintritt, an der Eintrittsstelle vorgesehen. Damit wird verhindert, dass ständig beispielsweise Wasserdampf aus dem Aufstellungsraum in die Adsorptionsvorrichtung eindiffundieren oder einströmen kann.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung wird mindestens eine Rückstromsperre der Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft mit kontaminierenden Inhaltsstoffen in das Umschließungsgehäuse eintritt, an der Austrittsstelle vorgesehen. Es kann also nichts aus dem Umschließungsgehäuse in die Adsorptionsvorrichtung eindiffundieren oder einströmen. Apparativ werden die Rückstromsperren als Rückschlagventile ausgeführt, wobei die Öffnungsquerschnitte klein sind.

[0016] Weitere Ausgestaltungen betreffen die Rückstromsperren für die Adsorptionsvorrichtungen, durch Luft aus dem Umschließungsgehäuse geführt wird, wobei diese Luft durch Kältemittel kontaminiert sein kann. Die Strömungen aufgrund von Luftdruckschwankungen oder Temperaturschwankungen im Aufstellungsraum, mit denen das Umschließungsgehäuse im ständigen Druckausgleich steht, sind ebenso zu beachten wie Diffusionsvorgänge, dabei könnte langfristig durch Diffusion eine Belegung des Adsorptionsmittels durch Wasserdampf und andere gasförmige Bestandteile der Umgebungsluft im Aufstellungsraum auftreten, wenn keine Rückstromsperre in Richtung des Umschließungsgehäuses schon dort vorgesehen wird, wo Luft aus dem Aufstellungsraum eindiffundieren könnte. Daher wird mindestens eine Rückstromsperre am Luftaustritt der Adsorptionsvorrichtungen zum Aufstellungsraum vorgesehen.

[0017] In einer Ausgestaltung wird außerdem am Eintritt der Adsorptionsvorrichtung an der zum Umschließungsgehäuses offenen Seite eine Rückstromsperre

vorgesehen. Diese ist im normalen Betrieb geschlossen, um Diffusion zu verringern, öffnet sich aber sofort und ohne Strömungswiderstand in dem Moment, wo sich Druck im Inneren des Umschließungsgehäuses aufbaut. Sofern es sich dabei nur um normales "Atmen" handelt, können auf diese Weise nur geringe Luftmengen passieren. Falls aber eine Leckage aufgetreten ist, kann das Kältemittel schnell und effizient adsorbiert werden. Die Rückstromsperre an der zum Umschließungsgehäuses offenen Seite kann dabei sinnvoll mit einem Spritzschutz bzw. einem Prallschutz und einer Strömungsverwirbelung kombiniert werden, damit eventuelle Kältemitteljets aus dem Kältekreis nicht direkt auf das Adsorptionsmittel auftreffen und sich dabei Strähnen bilden.

[0018] Die Rückstromsperren werden apparativ vorzugsweise als Rückschlagklappen ausgeführt. Alternativ können sie durch elektrisch betriebene Ventile dargestellt werden. In diesem Fall würde ein üblicherweise vorhandener Drucksensor einen Überdruck oder Unterdruck im Gehäuseinneren an ebenfalls übliche Auswert- und Regeleinheit melden, was auf ein Leckageereignis schließen ließe, und in diesem Fall die Ventile öffnen, um die Pendellüfte zuzulassen. Im Falle eines Unterdruckes würden die Rückstromsperren so lange geöffnet, bis ein Druckausgleich hergestellt ist und dann wieder geschlossen. Im Falle eines Überdruckes würden die Rückstromsperren geöffnet, bis es zu einem Druckausgleich kommt.

[0019] Möglich wäre auch, dass in einem solchen Fall eine Zugabe von Inertgas aus einer Kartusche erfolgt, die am Eintritt in das Umschließungsgehäuse vorgesehen ist. Die Auslösung wäre dabei an eine Druckmessung zu koppeln. Solange der Druck im Umschließungsgehäuse ansteigt, fände keine Inertgaszugabe statt. Beim Absinken des Innendruckes würde zunächst vorsichtig nachgefüllt, um die Gefahr der Bildung einer entzündlichen Atmosphäre zu verhindern. Sobald der ursprüngliche Innendruck erreicht wäre, würde dieser solange wie möglich durch dosierte Zugabe von Inertgas aufrechterhalten. Als Inertgase könnten Stickstoff oder Kohlendioxid verwendet werden.

[0020] Weitere Ausgestaltungen betreffen die verwendeten Adsorptionsmittel. Diese hängen, wie oben beschrieben, von den erwartbaren oder befürchtbaren Kontaminationen ab, wobei eine mehrstufige Ausführung der Adsorptionsvorrichtungen vorteilhaft ist, um verschiedene Kontaminationen jeweils selektiv und effektiv zu binden. Während die Adsorptionsvorrichtungen, die die aus dem Umschließungsgehäuse austretenden Gas-Luftgemisch -adsorptiv reinigen sollen, aus dem Stand der Technik bestens bekannt sind und deren einziger Unterschied darin besteht, dass bei der Dimensionierung auf eine Auslegungsreserve wegen Berücksichtigung der Kontaminationen verzichtet werden kann, müssen diese Kontaminationen entsprechend Berücksichtigung finden.

[0021] In einer Ausgestaltung ist eine Kombination verschiedener Trocknungs- und Sorptionsmittel in einer ge-

meinsamen Sorptionsstufe vorgesehen.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in der letzten Stufe der Adsorptionsvorrichtungen, die die Ausgleichsluft aus dem Aufstellungsraum in das Umschließungsgehäuse filtern, Sorptionsmittel vorgesehen werden, die geeignet sind, lipophile Substanzen zu binden, vorzugsweise adsorptiv. Hierfür können die Sorptionsmittel genutzt werden, die bereits aus der DE 10 2011 116 863 A1 bekannt sind. Diese binden auch die VOCs aus dem Aufstellungsraum.

[0023] Für in das Umschließungsgehäuse einströmende Luft ist in erster Linie für eine Trocknung zu sorgen, wenn es sich beim Kältemittel des Kältekreises um R290, R600a oder R1270 handelt, da diese üblicherweise in Leckagefällen mit Aktivkohle gebunden werden, und die Aufnahmefähigkeit von Aktivkohle von coadsorbiertem Wasser beeinträchtigt wird. In einer Ausgestaltung ist daher vorgesehen, dass die Adsorptionsvorrichtung, durch die Luft in das Umschließungsgehäuse eintritt, als vorletzte Stufe einen Abschnitt zur Trocknung aufweist. Dieser Abschnitt kann mit einem Trocknungsgrenulat gefüllt sein, welches die Aufnahme von Wasser mittels eines Farbumschlags anzeigt, dieser Abschnitt kann in einem transparenten Gefäß erfolgen, welches von außen sichtbar ist. In Strömungsrichtung nachfolgend soll ein Bindemittel vorgesehen werden, welches die erwartbaren Substanzen im Aufstellungsraum bindet.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in der vorletzten Stufe der Adsorptionsvorrichtungen, die die Ausgleichsluft aus dem Aufstellungsraum in das Umschließungsgehäuse filtern, Sorptionsmittel vorgesehen werden, die geeignet sind, hydrophile Substanzen zu binden, vorzugsweise adsorptiv. Diese werden bevorzugt ausgewählt aus einer Gruppe, enthaltend

- Kristalline Alumosilikate (Zeolithe), sowohl natürliche als auch synthetisch hergestellte,
- Imidazol-Netzwerke (ZIF), insbesondere ZIF 8,
- Metallorganische Netzwerkverbindungen (MOF), insbesondere Mil-53,
- Phosphate, insbesondere Aluminiumphosphate, Silika-Aluminiumphosphate sowie Metall-Aluminiumphosphate,
- Amorphes Siliziumdioxid von gelartiger, gummiartiger bis fester Konsistenz wie Kieselgel, Kieselsäuregel oder Silikagel,
- wasserfreie Sulfate, insbesondere Natriumsulfat, Calciumsulfat, Kupfersulfat oder Magnesiumsulfat,
- Oxide wie insbesondere Aluminiumoxid Calciumoxid,
- Erd- und Alkali-Elemente, insbesondere Natrium und Calcium,
- Hydride, insbesondere Calciumhydrid, Kaliumhydrid, Lithiumaluminiumhydrid, Natriumhydroxid,
- Carbonate, insbesondere Kaliumcarbonat.

[0025] In einer Ausgestaltung wird vorgehen, dass synthetische Zeolithe aus einer Gruppe verwendet wer-

den, die gebildet ist aus

- Zeolith A, $\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}] \cdot 27 \text{ H}_2\text{O}$,
- Zeolith X, $\text{Na}_{86}[(\text{AlO}_2)_{86}(\text{SiO}_2)_{106}] \cdot 264 \text{ H}_2\text{O}$,
- Zeolith Y, $\text{Na}_{56}[(\text{AlO}_2)_{56}(\text{SiO}_2)_{136}] \cdot 250 \text{ H}_2\text{O}$,
- Zeolith L, $\text{K}_9[(\text{AlO}_2)_9(\text{SiO}_2)_{27}] \cdot 22 \text{ H}_2\text{O}$,
- ZSM 5, $\text{Na}_{0,3}\text{H}_{3,8}[(\text{AlO}_2)_4,1(\text{SiO}_2)_{91,9}]$,
- ZSM 11, $\text{Na}_{0,1}\text{H}_{1,7}[(\text{AlO}_2)_{1,8}(\text{SiO}_2)_{94,2}]$.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgehen, dass natürliche Zeolithe aus einer Gruppe verwendet werden, die gebildet ist aus

- Clinoptilolite-Ca, $\text{Ca}_3(\text{Si}_{30}\text{Al}_6)\text{O}_{72} \cdot 20\text{H}_2\text{O}$,
- Clinoptilolite-K, $\text{K}_6(\text{Si}_{30}\text{Al}_6)\text{O}_{72} \cdot 20\text{H}_2\text{O}$,
- Clinoptilolite-Na, $\text{Na}_6(\text{Si}_{30}\text{Al}_6)\text{O}_{72} \cdot 20\text{H}_2\text{O}$.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in der ersten Stufe der Adsorptionsvorrichtungen, die die Ausgleichluft aus dem Aufstellungsraum in das Umschließungsgehäuse filtern, eine Staubabscheidung vorgesehen ist. Diese Staubabscheidung kann mittels eines Filtervlieses oder elektrostatisch erfolgen. Dies verhindert, dass Ruß und Staub aus dem Aufstellungsraum die Poren des nachfolgenden Adsorptionsmaterials verstopfen können.

[0028] Weitere Ausgestaltungen betreffen die Adsorptionsvorrichtungen, durch welche Luft aus dem Umschließungsgehäuse austritt, wobei davon ausgegangen wird, dass eine vollständige Adsorption des Kältemittels im Leckagefall erfolgt ist. Hierbei ist vorgesehen, dass mindestens eine Rückstromsperre jeder Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft aus dem Umschließungsgehäuse austritt, an der Austrittsstelle vorgesehen ist. Ebenfalls kann vorgesehen werden, dass mindestens eine Rückstromsperre jeder Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft aus dem Umschließungsgehäuse austritt, an der Eintrittsstelle vorgesehen ist.

[0029] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein Gaspendelverfahren gelöst, in welchem

- in den Innenraum des Umschließungsgehäuses aufgrund von Druckunterschieden eintretende Luft nur durch Adsorptionsvorrichtungen eintritt und aus dem Innenraum des Umschließungsgehäuses aufgrund von Druckunterschieden austretende Luft nur durch eine andere Adsorptionsvorrichtung austritt,
- wobei gasförmige Stoffe, mit denen die eintretende und/oder die austretende Luft verunreinigt sind, durch die Adsorptionsvorrichtungen jeweils abgeschieden werden,
- und die in den Innenraum des Umschließungsgehäuses eintretenden und austretenden Luftmengen ausbalanciert werden.

[0030] Hierbei ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der adsorptiven Abscheidungen die eintretenden Luftmengen und die austretenden Luftmengen nicht den ge-

samten Gasmengen entsprechen und die Ausbalanzierung nicht für die gesamte Gasmenge, sondern nur für den Anteil trockener Luft vorgenommen wird.

[0031] In einer Ausgestaltung des Gaspendelverfahrens ist vorgesehen, dass die Luftmengenregelung durch Rückschlagklappen erfolgt. Praktisch bedeutet das, dass die Luftklappen bei Ausgleichsvorgängen mehrfach nacheinander öffnen und schließen, bis ein Adsorptionsgleichgewicht in den Adsorptionsvorrichtungen erreicht ist, das Verfahren ist selbstregelnd und es bedarf keiner Druckmessungen oder externer Regelungseingriffe.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier Prinzipskizzen in Fig.1 und Fig. 2 näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Ausführungsvariante, bei der die beiden Adsorptionsvorrichtungen innerhalb des Umschließungsgehäuses angeordnet sind,
- Fig. 2 eine Ausführungsvariante, bei der die beiden Adsorptionsvorrichtungen außerhalb des Umschließungsgehäuses angeordnet sind.

[0033] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsvariante mit einem Umschließungsgehäuse, welches einen Kältekreis 2 mit allen Installationen beinhaltet. Dies sind mindestens ein Verdichter 3 für Arbeitsfluid, mindestens eine Entspannungseinrichtung 4 für Arbeitsfluid, mindestens zwei Wärmeübertrager 5 und 6 für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen 7, 8, 9, 10 für Wärmeüberträgerfluide. Die Adsorptionsvorrichtung 11 dient der Reinigung, die gereinigte Luft aus dem Umschließungsgehäuse verlässt die Adsorptionsvorrichtung 11 durch die Auslassöffnung 12, welche durch eine Rückschlagklappe 13 gegen Rückströmungen gesichert ist. Im Normalfall ist diese Rückschlagklappe 13 geschlossen und sie verhindert damit, dass Wasserdampf aus dem Aufstellungsraum in das Adsorptionsmittelbett eindringen kann.

[0034] Falls leakagebedingt Kältemittel 14 aus dem Kältekreis 2 austritt, entsteht ein Überdruck im Umschließungsgehäuse 1, der das entstandene Kältemittel-Luftgemisch durch eine Zuführung 16 in die Einströmbox 18 treibt, welche gegen Kältemitteljets durch die Prallvorrichtung 15 geschützt ist und die über die Rückschlagklappen 17 verfügt.

[0035] Sobald sich der Überdruck im Umschließungsgehäuse 1 abgebaut hat, kann Luft aus dem Aufstellungsraum durch die Einströmöffnung 19 und die Rückflusssperre 20 nachfließen. Hierzu dient die dreistufige Adsorptionsvorrichtung mit den drei Stufen Staubabscheidung 21, Wasserdampfabscheider 22 und VOC-Abscheider 23. Eine zusätzliche Rückstromsperre 24 verhindert, dass sich im Leckagefall in den drei Stufen Druck aufbauen kann. Die Ausgleichluft 25 tritt danach in das Umschließungsgehäuse 1 ein.

[0036] Die Rückflusssperre 20 kann auch zwischen der Staubabscheidung 21 und dem Wasserabdampfscheider 22 vorgenommen werden, was die Dichtigkeit

der Rückflusssperre 20 auch über längere Zeiträume verbessert, weil Schmutz diese Funktion dann weniger beeinträchtigen kann.

[0037] Fig. 2 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der alle Adsorptionsvorrichtungen außerhalb des Umschließungsgehäuses angeordnet, aber damit fest und dicht verbunden sind. Der sonstige Aufbau ist identisch, eine Prallvorrichtung 15 ist nicht erforderlich, da die Zuführung 16 als Verbindungsleitung diese Funktion mitübernimmt. Sowohl die Zuführung 16 als auch die Ausgleichsluft 25 kann mit dem Umschließungsgehäuse durch eine Vielzahl von Verbindungsleitungen erfolgen.

[0038] Der Vorteil ist dabei, dass eine einfache Möglichkeit für eine spätere Nachrüstung entsteht, wenn das Kältemittel durch ein anderes ersetzt werden soll oder wenn einzelne Stufen unkompliziert ohne Öffnung des Umschließungsgehäuses gewartet werden sollen. Da das Umschließungsgehäuse einen Austritt von Kältemittel auch bei herkömmlichen Kältemitteln sicher verhindert, ist es damit ein weiterer Betrieb mit herkömmlichen Kältemitteln bis zu einem kältebedingten Austritt möglich, bei der danach ein neues, effizienteres Kältemittel wie beispielsweise R290 nachgefüllt wird und die Adsorptionsvorrichtungen 11, 21, 22, 23 entsprechend einfach ausgetauscht werden können.

Bezugszeichenliste

[0039]

- | | |
|----|--------------------------------|
| 1 | Umschließungsgehäuse |
| 2 | Kältekreis |
| 3 | Verdichter |
| 4 | Entspannungseinrichtung |
| 5 | Wärmeübertrager |
| 6 | Wärmeübertrager |
| 7 | Anschluss für Wärmeträgerfluid |
| 8 | Anschluss für Wärmeträgerfluid |
| 9 | Anschluss für Wärmeträgerfluid |
| 10 | Anschluss für Wärmeträgerfluid |
| 11 | Adsorptionsvorrichtung |
| 12 | Auslassöffnung |
| 13 | Rückschlagklappe |
| 14 | Kältemittel |
| 15 | Prallvorrichtung |
| 16 | Zuführung |
| 17 | Rückschlagklappe |
| 18 | Einströmbox |
| 19 | Einströmöffnung |
| 20 | Rückflusssperre |
| 21 | Staubabscheider |
| 22 | Wasserdampfabscheider |
| 23 | VOC-Abscheider |
| 24 | Rückströmsperre |
| 25 | Ausgleichsluft |

Patentansprüche

1. System aus mindestens zwei Adsorptionsvorrichtungen zur Sicherung eines Kältekreises, der mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids in einem linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozess (2) in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf betrieben wird, gegen leakagebedingten Austritt aus einem ihn dicht einschließendem Umschließungsgehäuse (1), aufweisend

- mindestens je eine Öffnung (18, 25) für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Innenraum des Umschließungsgehäuses (1) verbunden ist,
- mindestens je eine Öffnung (12, 19) für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Außenraum des Umschließungsgehäuses (1) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- mindestens eine der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre (13, 20) gegenüber dem Außenraum des Umschließungsgehäuses (1) aufweist,
- und mindestens eine andere der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre (17, 24) gegenüber dem Innenraum des Umschließungsgehäuses aufweist,

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Rückstromsperre (20) jeder Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft mit kontaminierenden Inhaltsstoffen in das Umschließungsgehäuse (1) eintritt, an der Eintrittsstelle (19) vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Rückstromsperre (24) jeder Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft mit kontaminierenden Inhaltsstoffen in das Umschließungsgehäuse (1) eintritt, an der Austrittsstelle (25) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Rückstromsperre (13) jeder Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft aus dem Umschließungsgehäuse austritt, an der Austrittsstelle (12) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Rückstromsperre (17) jeder Adsorptionsvorrichtung, durch welche Luft aus dem Umschließungsgehäuse (1) austritt, an der Eintrittsstelle (16) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **da-**

durch gekennzeichnet, dass eine Kombination verschiedener Trocknungs- und Sorptionsmittel in einer gemeinsamen Sorptionsstufe (22, 23) vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der letzten Stufe (23) der Adsorptionsvorrichtungen, die die Ausgleichsluft aus dem Aufstellungsraum in das Umschließungsgehäuse (1) filtern, Sorptionsmittel vorgesehen werden, die geeignet sind, lipophile Substanzen zu binden.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adsorptionsvorrichtung, durch die Luft in das Umschließungsgehäuse eintritt, als vorletzte Stufe (22) einen Abschnitt zur Trocknung aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der vorletzten Stufe (22) der Adsorptionsvorrichtungen, die die Ausgleichsluft aus dem Aufstellungsraum in das Umschließungsgehäuse (1) filtern, Sorptionsmittel vorgesehen werden, die geeignet sind, hydrophile Substanzen zu binden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sorptionsmittel, die geeignet sind, hydrophile Substanzen zu binden, diese ausgewählt werden aus einer Gruppe, enthaltend

- Kristalline Alumosilikate (Zeolithe), sowohl natürliche als auch synthetisch hergestellte,
- Imidazol-Netzwerke (ZiF), insbesondere ZiF 8,
- Metallorganische Netzwerkverbindungen (MOF), insbesondere Mil-53,
- Phosphate, insbesondere Aluminiumphosphate, Silika-Aluminiumphosphate sowie Metall-Aluminiumphosphate,
- Amorphes Siliziumdioxid von gelartiger, gummiartiger bis fester Konsistenz wie Kieselgel, Kieselsäuregel oder Silikagel,
- wasserfreie Sulfate, insbesondere Natriumsulfat, Calciumsulfat, Kupfersulfat oder Magnesiumsulfat,
- Oxide, insbesondere Aluminiumoxid Calciumoxid,
- Erd- und Alkali-Elemente, insbesondere Natrium und Calcium,
- Hydride, insbesondere Calciumhydrid, Kaliumhydroxid, Lithiumaluminiumhydrid, Natriumhydroxid,
- Carbonate, insbesondere Kaliumcarbonat.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als synthetische Zeolithe diejenigen aus einer Gruppe verwendet werden, die gebildet ist

aus

- Zeolith A, $\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}] \cdot 27 \text{ H}_2\text{O}$,
- Zeolith X, $\text{Na}_{86}[(\text{AlO}_2)_{86}(\text{SiO}_2)_{106}] \cdot 264 \text{ H}_2\text{O}$,
- Zeolith Y, $\text{Na}_{56}[(\text{AlO}_2)_{56}(\text{SiO}_2)_{136}] \cdot 250 \text{ H}_2\text{O}$,
- Zeolith L, $\text{K}_9[(\text{AlO}_2)_9(\text{SiO}_2)_{27}] \cdot 22 \text{ H}_2\text{O}$,
- ZSM 5, $\text{Na}_{0,3\text{H}3,8}[(\text{AlO}_2)_4,1(\text{SiO}_2)_{91,9}]$,
- ZSM 11, $\text{Na}_{0,1\text{H}1,7}[(\text{AlO}_2)_{1,8}(\text{SiO}_2)_{94,2}]$.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** als natürliche Zeolithe solche aus einer Gruppe verwendet werden, die gebildet ist aus

- Clinoptilolite-Ca, $\text{Ca}_3(\text{Si}_{30}\text{Al}_6)\text{O}_{72} \cdot 20 \text{ H}_2\text{O}$,
- Clinoptilolite-K, $\text{K}_6(\text{Si}_{30}\text{Al}_6)\text{O}_{72} \cdot 20 \text{ H}_2\text{O}$,
- Clinoptilolite-Na, $\text{Na}_6(\text{Si}_{30}\text{Al}_6)\text{O}_{72} \cdot 20 \text{ H}_2\text{O}$.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Stufe (21) der Adsorptionsvorrichtungen, die die Ausgleichsluft aus dem Aufstellungsraum in das Umschließungsgehäuse (1) filtern, eine Staubabscheidung vorgesehen ist.

14. Gaspandelfverfahren zur Sicherung eines Kältekreislaufes, der mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids in einem linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozess (2) in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf betrieben wird, gegen leakagebedingten Austritt aus einem ihn dicht einschließendem Umschließungsgehäuse (1), das Umschließungsgehäuse (1) dabei aufweisend mindestens je eine Öffnung (18, 25) für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Innenraum des Umschließungsgehäuses (1) verbunden ist, mindestens je eine Öffnung (12, 19) für ein Luft-Gasgemisch mit jeder der Adsorptionsvorrichtungen zum Außenraum des Umschließungsgehäuses (1) verbunden ist, und mindestens eine der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre (13, 20) gegenüber dem Außenraum des Umschließungsgehäuses (1) aufweist, und mindestens eine andere der Adsorptionsvorrichtungen eine Rückstromsperre (17, 24) gegenüber dem Innenraum des Umschließungsgehäuses (1) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- in den Innenraum des Umschließungsgehäuses (1) aufgrund von Druckunterschieden eintretende Luft nur durch die Adsorptionsvorrichtungen (21, 22, 23) gemäß einer Vorrichtung entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 13 eintritt,
- aus dem Innenraum des Umschließungsgehäuses (1) aufgrund von Druckunterschieden austretende Luft nur durch die Adsorptionsvor-

richtung (11) gemäß einer Vorrichtung entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 13 austritt,
- wobei gasförmige Stoffe, mit denen die eintretende und/oder die austretende Luft verunreinigt sind, durch die Adsorptionsvorrichtungen (11, 21, 22, 23) abgeschieden werden,
- und die in den Innenraum des Umschließungsgehäuses (1) eintretenden und austretenden Luftmengen ausbalanciert werden.

10

15. Gaspendelverfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Rückströmungen durch Adsorptionsvorrichtungen (11, 21, 22, 23) mittels Rückschlagklappen (13, 17, 19, 24) verhindert werden.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

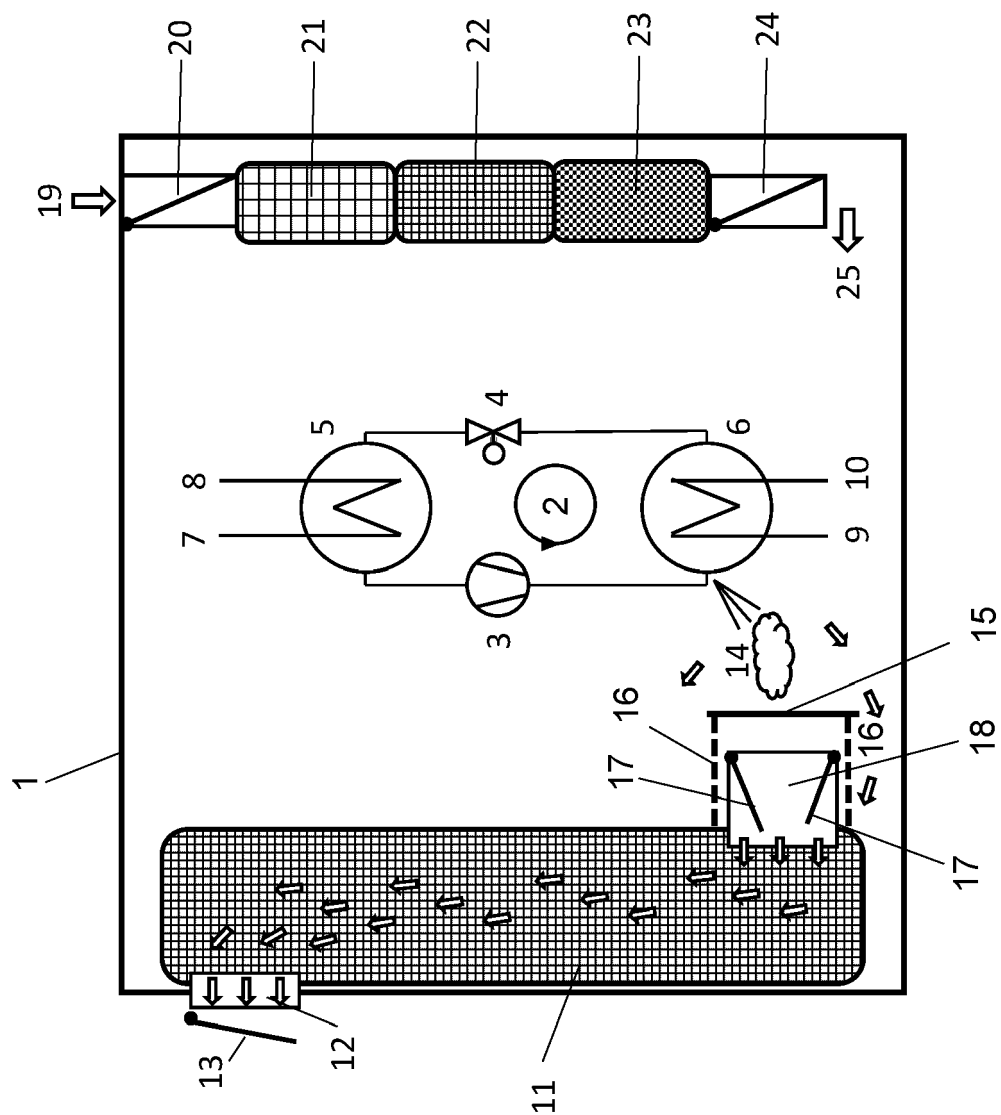
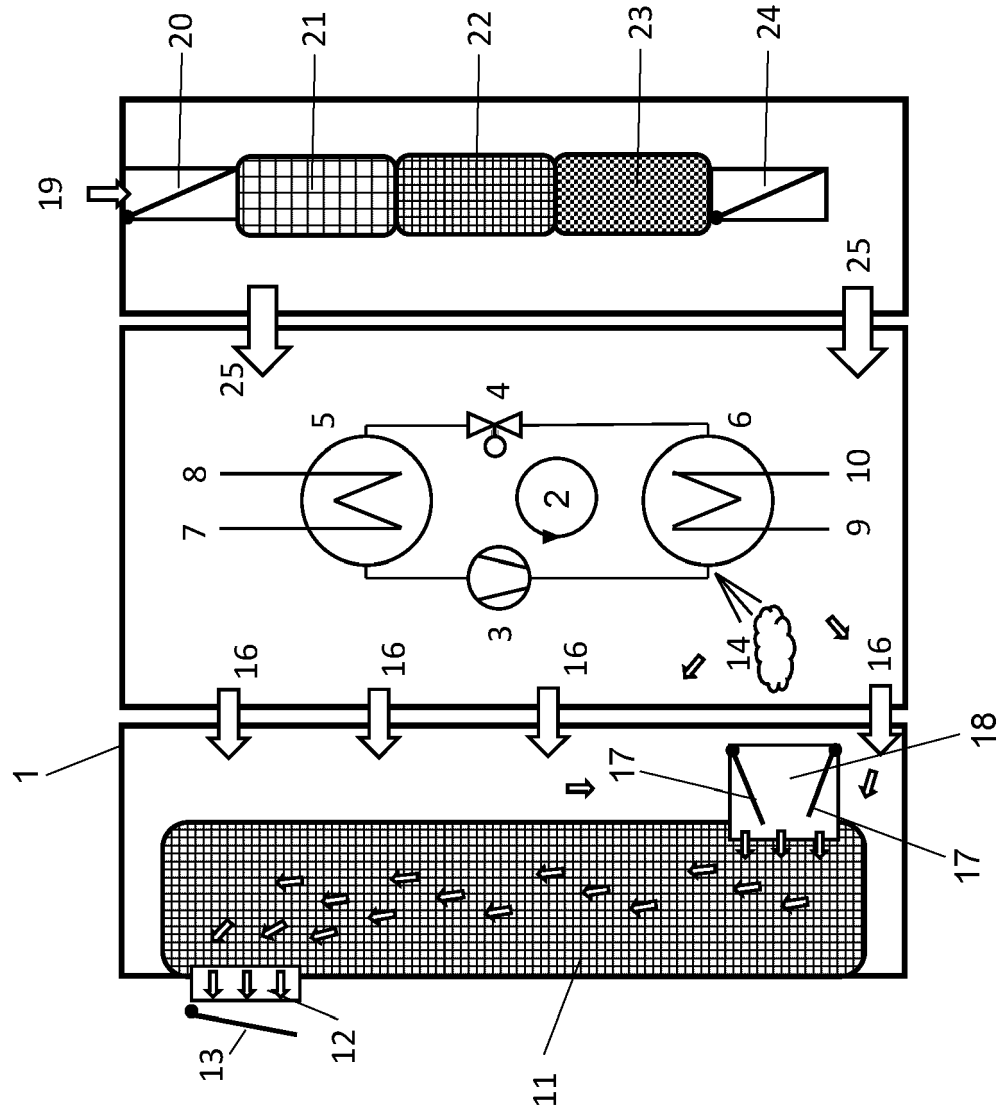


Fig. 1

Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 17 9500

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 3 578 895 A2 (VAILLANT GMBH [DE]) 11. Dezember 2019 (2019-12-11) * Abbildungen 1-2 *	1-15	INV. F25B43/00 F24F11/36 F24F11/89
Y	DE 10 2019 118984 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 8. Oktober 2020 (2020-10-08) * Absatz [0018]; Abbildung 1 *	1-15	F24F13/20 F24F13/28 F25B49/00
A	EP 3 693 687 A2 (VAILLANT GMBH [DE]) 12. August 2020 (2020-08-12) * Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25B F24F
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. September 2024	Prüfer Lepers, Joachim
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 24 17 9500

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.

20-09-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 3578895	A2	11-12-2019	DE 102018113332 A1	05-12-2019
				EP 3578895 A2	11-12-2019
15				ES 2950030 T3	04-10-2023

	DE 102019118984	A1	08-10-2020	KEINE	

	EP 3693687	A2	12-08-2020	KEINE	
20	-----				
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

- EP 4008979 A1 [0004]
- DE 102011116863 A1 [0005] [0022]
- EP 3693683 A1 [0009]