



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
12.06.2024 Patentblatt 2024/24

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24H 15/12 ^(2022.01) F25B 49/00 ^(2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 23213367.8

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 49/005; F24H 15/12; F25B 30/02;
F25B 2500/22

(22)

Anmeldetag: 30.11.2023

(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:
KH MA MD TN

(72)

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

(30)

Priorität: 09.12.2022 DE 102022132781

(71)

Anmelder: Vaillant GmbH
42859 Remscheid NRW (DE)

(74)

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

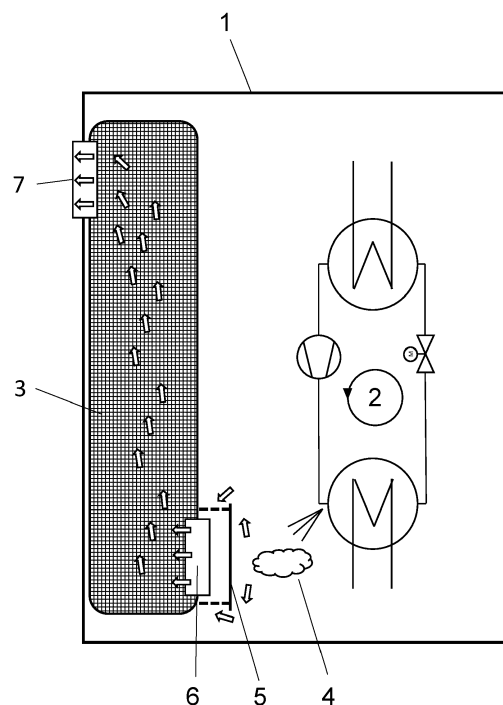
(54)

ADSORBER MIT LEITELEMENTEN

(57)

Adsorptionsvorrichtung zur Sicherung einer Wärmepumpe, die mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids in einem linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozess betrieben wird, gegen leakagebedingten Austritt aus einem Wärmepumpengehäuse, in dem ein geschlossener, hermetisch dichter Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend mindestens einen Einlass für ein Luft-Gasgemisch, der mit dem Inneren des Wärmepumpengehäuses verbunden ist, mindestens einen Auslass für Luft, der mit der Umgebung des Wärmepumpengehäuses verbunden ist, wobei Leitelemente für die Strömungsführung eines Luft-Gasgemischs vor dem Einlass des Luft-Gasgemischs in die Adsorptionsvorrichtung vorgesehen werden, wobei die Leitelemente so gestaltet sind, dass für jede mögliche Leakagequelle im Wärmepumpengehäuse mindestens eine Umlenkeinrichtung vor dem Eintritt in die Adsorptionsvorrichtung vorgesehen ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Adsorber, der als Sicherungseinrichtung für den Fall vorgesehen wird, 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, Klimaanlage und Kühlgeräte, wie sie in Wohngebäuden gebräuchlich sind.

[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 und R1270. 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 Adsorptionsmitteln 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 195 25 064 C1 beschreibt eine Kältemaschine mit einem gasdicht ausgebildeten Gehäuse und einem Auslass, der mit dem Gehäuse verbunden ist und der ein das Kältemittel der Kältemaschine sorbie-

renden Stoff enthält. Im Falle einer Leckage kann das Kältemittel sorbiert werden, was aber voraussetzt, dass innerhalb des Gehäuses ein Überdruck entsteht und die mit Kältemittel kontaminierte Luft aus dem Auslass herausstreibt. Bei Kältemitteln, die unter Druck im Kältekreislauf stehen, ist dies üblicherweise der Fall und es ist daher nicht nötig, eine Öffnung für zuströmende Luft oder eine Zwangsbelüftung für eine Spülung im gasdicht ausgebildeten Gehäuse vorzusehen. Es bleibt aber das Problem, dass innerhalb des Gehäuses temporär eine entzündliche Kältemittel-Luft-Atmosphäre entstehen kann, selbst wenn das verwendete Sorptionsmittel das gesamte Kältemittel aufnehmen kann. Das ist einerseits riskant und verhindert andererseits, dass das Gehäuse zu Reparaturzwecken geöffnet oder abtransportiert werden kann.

[0006] Die EP 3 705 823 A1 beschreibt eine Möglichkeit, wie das in der DE 195 25 064 C1 beschriebene Dilemma gelöst werden kann. Während das Gehäuse über einen durchströmbaren Adsorber zur Umgebung hin für Gas durchströmbaar ist und Kältemittelbestandteile im Adsorber abgeschieden werden, wird die verbliebene Luft im Gehäuse durch ein Inertgas ersetzt, welches durch eine Kartusche ins Gehäuse auf sichere Weise eingeleitet wird. Dadurch sinkt einerseits die Gefahr der Entzündung und andererseits entsteht durch die Verdrängungswirkung ein Gasstrom durch den Adsorber, in welchem das Kältemittel abgeschieden wird.

[0007] Die DE 10 2011 116 863 A1 beschreibt ein 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 durchgeführt werden.

[0008] Hinzu kommt ein grundsätzlicher Zielkonflikt bei der Verwendung von Adsorbern und Bindemitteln. Sofern Arbeitsfluid aus einer kleinen Leckage austritt, soll

ein Bindemittel, sei es ein Adsorptionsmittel oder ein chemisches Bindemittel, auch bei kleinen Partialdrücken in der Lage sein, das gesamte Arbeitsfluid aufzunehmen. Dies geschieht am besten in einer langsamen Durchströmung durch ein feinverteiltes Medium. Im Falle eines denkbaren, wenn auch sehr seltenen Abrisses einer Arbeitsfluid-führenden Leitung wird jedoch in sehr kurzer Zeit eine große Menge Arbeitsfluid unter hohem Druck freigesetzt, welche das zumeist druckdichte Gehäuse schlagartig unter Druck setzt. Bei Versuchen ergaben sich Spitzendruckwerte von bis zu 25 hPa, was zu Verformungen typischer Bauformen und nachfolgendem Austritt von Arbeitsfluid führen würde. Ein Adsorber muss daher sowohl besonders kleine Strömungen als auch besonders große Strömungen bewältigen, und diese Strömungen können auch Strähnen bilden.

[0009] Je nach Art der Leckage kann beim Austritt unter hohem Druck auch eine Strahlströmung gebildet werden. Wenn diese direkt auf die Öffnung einer nahe gelegenen Adsorberoberfläche trifft, können in einer Schüttung die Partikel verschoben werden und es bildet sich ein Kanal. Aber auch wenn sich die Partikel nicht verschieben, kann eine solche Strahlströmung im Adsorber zu einer Strähne werden, die bis zum Ende durchschlägt. Das würde bedeuten, dass der größte Teil des Adsorbers nicht durchströmt wird und ungenutzt bleibt, während sich am Adsorberausgang bereits entzündungsgefährliche Bereiche einstellen können.

[0010] Ein weiterer Zielkonflikt entsteht, wenn die Strömung durch eine Schüttung oder ein Festbett aus Schaumstoff, welcher mit Adsorptionsmittel belegt ist, verläuft und gleichzeitig Wärmequellen wie die anfallende Adsorptionswärme und Massensenken wie die Adsorption des gasförmigen Arbeitsfluids zu berücksichtigen sind, wobei letztere die Wirkung einer Kondensation zeigen. Solche instationären Strömungen mit unbekannten Zusammensetzungen sind beispielsweise in Schüttungen kaum strömungstechnisch zu berechnen und konstruktiv vorherzubestimmen, vor allem wenn das Verhältnis von Strömungskanalquerschnitt zu Partikelgröße weniger als 10 beträgt, weil dann die Randgängigkeit eine erhebliche Rolle spielt.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung ist daher, eine verbesserte Vorrichtung bereitzustellen, welche die dargestellten Probleme einschließlich der Zielkonflikte besser löst und die Nachteile nicht mehr aufweist. Dazu werden räumlich vor dem Eintritt des Gas-Luftgemischs in die Adsorptionsvorrichtung Leitelemente verwendet. Als Aktivkohlefüllung werden Schüttungen aus Formkörpern, aus gebrochenem Gut, mit Adsorptionsmittel belegte Keramiken und Aktivkohleschaum verwendet. Auch für diese Elemente existiert umfangreicher Stand der Technik, jedoch nicht für dieses Anwendungsgebiet.

[0012] Die Verwendung von Leitblechen und Jalousien ist aus Wanderbetten und quer durchströmten Filtern bekannt. Die DE-OS 29 46 390 beschreibt einen quer angeströmten Filter mit einer Granulatschüttung, bei dessen Einströmseite eine Jalousienkonstruktion eine be-

sonders große Eintrittsfläche für belastetes Gas bietet und das gereinigte Gas auf der gegenüberliegenden Seite durch eine Filtermatte wieder austritt. Dazwischen wird die Schüttung gehalten, welche die Reinigungswirkung ausführt. Ein- und Austrittsseite sind auf diese Weise besonders druckverlustarm ausgeführt. Die Schüttung kann nach unten abgelassen und von oben nachgefüllt werden, wenn sie von den abgeschiedenen Festkörpern oder Gasen gereinigt werden soll.

[0013] DE 40 02 462 A1 beschreibt einen quer angeströmten Wanderbettfilter, bei dem sowohl auf der Einströmseite als auch auf der Ausströmseite Jalousien vorgesehen sind. Die hierfür verwendeten Leitbleche sind auf der Anströmseite schräger als auf der Abströmseite. Die DE 40 32 738 C1 schlägt ebenfalls Jalousien auf der Anström- und der Abströmseite vor, zusätzlich aber Spaltsiebe auf der Abströmseite, die mit einem Stabilisierungsgitter verbunden sind. Das verhindert Schüttgut-aufböschungen und verbleibt den Druckverlust bei der Durchströmung. Auf Jalousien auf der Abströmseite verzichtet die DE 44 40 584 C1 und sieht lediglich Jalousien auf der Zuströmseite und ein Spaltsieb abströmseitig vor, ähnlich auch die US 3,296,775. Die US 3,708,981 setzt Jalousien auf der Anström- und der Abströmseite vor und ergänzt diese durch Leitbleche in der Schüttung, die parallel zu den Jalousieblechen sind.

[0014] Gemeinsam ist diesem Stand der Technik, dass die Jalousien und Leitbleche dazu dienen, die Bewegung der Schüttung zu lenken und dabei zu verhindern, dass Partikel von der Gasströmung erfasst und ausgetragen werden. Eine Lenkung der Gasströmung findet nicht statt. Hier vorliegend soll jedoch die Gasströmung beeinflusst werden, damit keine Toträume entstehen, wie es bei Wanderbettadsorbern an den Zugabestellen der Schüttung sowie deren Abzug erwünscht ist. Außerdem soll die Gasströmung in homogener Weise ohne Strähnenbildung durch das gesamte Adsorberbett laufen, bevor es gereinigt an die Umgebung austritt. Die bekannte technische Lehre ist daher nicht direkt anwendbar.

[0015] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Adsorptionsvorrichtung zur Sicherung einer Wärmepumpe, die mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids in einem linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozess betrieben wird, gegen leakagebedingten Austritt aus einem Wärmepumpengehäuse, in dem ein geschlossener, hermetisch dichter Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend

- mindestens einen Einlass für ein Luft-Gasgemisch, der mit dem Inneren des Wärmepumpengehäuses verbunden ist,
- mindestens einen Auslass für Luft, der mit der Umgebung des Wärmepumpengehäuses verbunden ist,
- wobei Leitelemente für die Strömungsführung eines Luft-Gasgemischs zwischen dem Einlass des Luft-Gasgemischs und dem Auslass für Luft vorgesehen werden,

- wobei die Leitelemente so gestaltet sind, dass für jede mögliche Leckagequelle im Wärmepumpengehäuse mindestens eine Umlenkeinrichtung vor dem Eintritt in die Adsorptionsvorrichtung vorgesehen ist.

[0016] Nicht jede denkbare Leckagestelle benötigt dabei eine eigene Umlenkeinrichtung, aber jede mögliche Eintrittsöffnung bedarf eines Leitelements, welches einen Freistrahle aus einer Leckage davon abhalten kann, direkt auf die Adsorptionsvorrichtung zu treffen, egal aus welcher Richtung der kommt. Die Leitelemente müssen vielmehr so gestaltet sein, dass diese für jede mögliche Leckagequelle im Wärmepumpengehäuse, oder, wenn vorhanden, im Kältekreisgehäuse, eine nahezu homogene Durchströmung des Adsorbers gewährleisten und Strahlenbildung vermeiden.

[0017] Die Ausgestaltung der Adsorptionsvorrichtung setzt nicht voraus, dass das Gehäuse gasdicht gestaltet ist, es können also auch Öffnungsklappen oder andere Mittel zur Luftzufuhr oder ein Inertgasanschluss nach Art der EP 3 705 823 A1 am Gehäuse vorgesehen werden, um jederzeit einen Druckausgleich zu gewährleisten. Natürlich soll aber vermieden werden, dass kontaminiertes, kältemittelhaltiges Gas ohne die Adsorptionsvorrichtung zu durchströmen in den Aufstellungsraum gelangen kann.

[0018] In Ausgestaltungen ist vorgesehen, dass die Adsorptionsvorrichtung aus mehreren, miteinander verbundenen Adsorbern mit Schüttungen besteht. Dabei kann das Adsorptionsmittel in den Adsorbern eine Aktivkohle-Schüttung sein.

[0019] In anderen Ausgestaltungen ist vorgesehen, dass das Adsorptionsmittel offenporigen mit Aktivkohle belegten Polyurethanschaumstoff enthält. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der offenporige, mit Aktivkohle belegte Polyurethanschaumstoff in Form von Flächenelementen eingebracht wird. Solche Flächenelemente sind im Handel gut erhältlich, beispielsweise mit 21 Millimeter Dicke, einem Flächengewicht von $1,3 \text{ kg/m}^3$ bei einer Aktivkohleauflage von $0,55 \text{ kg/m}^3$. Sie können aber auch als Formteile passend für den Adsorber hergestellt werden und der Strömungswiderstand ist über die Poren einstellbar. Es ist auf diese Weise also möglich, längere Strecken zwischen Einlass und Auslass mit solchem Schaumstoff zu versehen, der einen geringeren Druckverlust erzeugt, als für kürzere Strecken.

[0020] Es können in Ausgestaltungen auch sowohl Flächenelemente aus offenporigem, mit Aktivkohle belegtem Polyurethanschaumstoff als auch eine Schüttung aus Aktivkohlepellets vorgesehen werden, wobei die Poren des offenporigen, mit Aktivkohle belegten Polyurethanschaumstoffs kleiner ausgebildet sind als die Aktivkohlepartikel der Schüttung, damit die Poren nicht verstopft werden. Es ist jedoch von Vorteil, wenn die Partikel in die Schaumstoffporen etwas einsinken, weil dadurch die Randgängigkeit der Schüttung unterbunden wird und die Strömung dadurch insgesamt vergleichmäßigt wird.

[0021] In weiteren Ausgestaltungen wird vorgesehen,

dass geschlossenporige Schaumstoffteile als Strömungsleitelemente innerhalb der Schüttung eingesetzt werden. Insofern können die Schaumstoffteile auch als Leitelemente für die Strömung innerhalb der Schüttung eingesetzt werden. Sofern die Leitelemente in der Strömung gleichzeitig tragende Funktion haben, wie es bei schräg gestellten Jalousien oder horizontalen Umlenkelementen der Fall ist, können Bleche verwendet werden, die auf mindestens einer der Seiten mit Schaumstoff belegt sind, um Randgängigkeit zu vermeiden. Dabei kommt es nicht darauf an, ob es sich um offenporigen oder geschlossenporigen Schaumstoff handelt.

[0022] Um der Gefahr zu begegnen, dass sich aufgrund von Randströmungen und Setzungen des Partikelfestbetts unterhalb von Leitelementen Hohlräume in der Partikelschüttung ergeben, die zu Schleichströmen führen können, kann bei den Schaumstoffen ein Rückfederweg vorgesehen werden. Durch geeignete Wahl von Schaumstoffstärke und Elastizität gibt der unter einer Anfangsspannung eingebrachte Schaumstoff dann entsprechend den Setzungen nach, dehnt sich aus, füllt damit den sonst entstehenden Hohlraum aus und verhindert die Schleichströmungen.

[0023] In weiteren Ausgestaltungen ist vorgesehen, dass Leitbleche entsprechend dem bekannten Stand der Technik vorgesehen werden. Darüber hinaus ist vorgesehen, dass als Leitelemente gelochte Bleche verwendet werden, deren Löcher kleiner sind als die Aktivkohlepartikel der Schüttung. Dadurch, dass die Partikel teilweise in die Löcher einsinken, wird ebenfalls die Randgängigkeit der Strömung entlang der Leitbleche verringert. Die Leitbleche sollen dabei bewirken, dass Strahlen im Strömungsverlauf aufgelöst werden und sie sollen abschnittsweise die Strömungskanäle bilden, die dem hydraulischen Abgleich dienen.

[0024] Weitere Ausgestaltungen dienen der Gestaltung des Gaseinlasses des Adsorbers. Hier bei ist vorgesehen, dass vor jedem Einlass für ein Luft-Gasgemisch im Inneren des Wärmepumpengehäuses eine Umlenkvorrichtung für eine Verwirbelung und Vermischung der Gasströmung vorgelagert ist. Eine Strahlströmung kann damit nicht mehr direkt auf die Partikel oder den Schaumstoff auftreffen. Die Umlenkung und Verwirbelung kann auf verschiedene Weise erfolgen, sowohl alternativ als auch additiv: Durch Prallplatten, durch Gitternetze und durch Dralldiffusoren. Bei Prallplatten wird das Impinger-Prinzip benutzt, was beim Auftreffen eines scharfen Strahls auf eine feste Oberfläche zu einer Zerstäubung führt. Bei Gitternetzen bewirkt das Auftreffen ein Dispergieren und bei Dralldiffusoren eine Verdrillung des Strahls.

[0025] Sofern der Gaseinlass als im wesentlichen vertikale Fläche ausgeführt ist, ist vorgesehen, dass jeder Einlass für ein Luft-Gasgemisch im Inneren des Wärmepumpengehäuses durch ein Jalousiegitter mit Blechen, die gegenüber der Horizontalen in einen Winkel von jeweils 30 bis 60 Grad angestellt sind, gebildet wird. Hierdurch ergibt sich eine sehr große und druckverlustarme

Eintrittsfläche in den Adsorber. Möglich sind jedoch auch Gitternetze und offene porige Schaumstoff oder Gewebe, solche sind zu verwenden, wenn der Gaseinlass von unten aus erfolgt.

[0026] Weitere Ausgestaltungen betreffen den Gasauslass, wobei vorzugsweise jeder Auslass für Luft durch ein Gitternetz oder eine offene porige, mit Aktivkohle belegte Polyurethanschaumstoffmatte gebildet wird.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von fünf Prinzipskizzen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante von der Seite,
Fig. 2 eine zweite Ausführungsvariante von der Seite,
Fig. 3 eine dritte Ausführungsvariante von der Seite,
Fig. 4 eine vierte Ausführungsvariante von der Seite,
Fig. 5 eine Draufsicht.

[0028] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsvariante von der Seite mit einem geschlossenen Wärmepumpengehäuse 1 mit einer Wärmepumpe 2, in der ein linksdrehender Kältekreisprozess mit dem Arbeitsfluid R290 durchgeführt wird. Im Wärmepumpengehäuse 1 ist weiterhin der Adsorber 3 angeordnet. Sollte eine Leckage 4 auftreten, sind zwei Grenzfälle zu betrachten. Im einen Fall strömt aufgrund eines plötzlichen Störfalls eine große Menge an R290 als Freistrahls aus einer Leckage aus, was einerseits zu einem schnellen Druckanstieg im Wärmepumpengehäuse 1 führt, andererseits aber zur Strahlenbildung, also auch zur lokalen Überfettung der Gas-Luftmischung. Im anderen Grenzfall ist die Leckage sehr klein und kaum merklich, der Konzentrationsanstieg und der Druckanstieg sind entsprechend langsam, was aber dazu führen kann, dass sich mit der Zeit ein explosives Gemisch im Wärmepumpengehäuse bilden könnte, wenn keine Maßnahmen ergriffen würden.

[0029] Der Adsorber 3 soll in beiden Grenzfällen und auch allen anderen geeignet sein, das ausgetretene Arbeitsfluid R290 aufzunehmen. Der Adsorber 3 verfügt dazu über ein Leitblech 5, einen speziellen Gaseinlass 6 und einen speziellen Gasauslass 7. Zwischen dem Gaseinlass 6 und dem Gasauslass 7 findet die Adsorption des R290 an Aktivkohle statt, die Pfeile deuten die Strömungsrichtung an.

[0030] Im Falle einer Leckage mit schnellem Druckanstieg unter Bildung eines Freistrahls mit Strahlenbildung verhindert das Leitblech 5 ein direktes Auftreffen des Freistrahls auf den Gaseinlass 6 des Adsorbers 3 und bewirkt eine Vorvermischung mit Luft. Aus diesem Grund dürfen in diesem Bereich keine Zündquellen vorhanden sein. Der Druckanstieg im Wärmepumpengehäuse bewirkt, dass viel Gas durch den Adsorber 3 hindurchgedrückt wird, wobei das R290 durch Aktivkohle adsorbiert wird. Am Gasauslass 7 befindet sich daher nur noch Luft, wobei auch bei Strahlenbildung sichergestellt wird, dass eine Konzentration von 1,7 % sicher unterschritten wird.

[0031] In Fig. 1 lediglich angedeutet ist dabei, dass der Gaseinlass 6 in der Regel im unteren Bereich des Ad-

sorbers 3 angeordnet wird, da R290 in ruhender Luft langsam nach unten sinkt und sich anreichern könnte. Im Fall einer schleichend wirkenden Leckage, etwa bei einem längeren Stillstand, wird auf diese Weise verhindert, dass sich im Bodenbereich R290 ansammeln könnte. Trotzdem kann sich der Gaseinlass 6 auch über die gesamte Höhe des Adsorbers 3 erstrecken. Das gleiche gilt auch für den Gasauslass 7, in diesem Fall wird der Adsorber 3 zu einem reinen Querstromadsorber mit einem sehr niedrigen Druckverlust.

[0032] Fig. 2 zeigt einen alternativen Adsorber 3, dessen Gaseinlass 6 mit Jalousien ausgestattet ist. Auf diese Weise wird ein sehr druckverlustarmer Einlass erreicht und es kommt nicht zum Austrag von Adsorptionsmittelmaterial. Das gleiche ist auf der Auslassseite vorgesehen.

[0033] Fig. 3 zeigt einen alternativen Adsorber 3, dessen Gaseinlass 6 auf der Unterseite angeordnet ist. In solchen Fällen kann der untere Gaseinlass 6 einen größeren Querschnitt als der darüber liegende Adsorber aufweisen und der Querschnitt des Adsorbers 3 kann sich bis zum Gasauslass hin verjüngen. Im Falle größerer Konzentrationen an R290 wird das R290 gleich zu Beginn adsorbiert und für die restliche Strömung ist weniger Querschnitt erforderlich.

[0034] Fig. 4 zeigt einen weiteren alternativen Adsorber, der mit Leitelementen 8 ausgestattet ist. Diese Leitelemente sind Bleche, die auf der Ober- und Unterseite mit Schaumstoff belegt sind. Die Oberseite ist dabei elastisch und kann kleinen Setzbewegungen der Schüttung folgen, ohne dass Schleichströmungen entstehen. Durch die Umlenkungen wird erreicht, dass sich die Strömung gleichmäßig über die Querschnitte verteilt und die gesamte Beladungskapazität der Schüttung ausgeschöpft werden kann.

[0035] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf ein aufgeschnittenes Wärmepumpengehäuse 1. Der Adsorber 3 umschlingt dabei in U-Form die Apparate des Kreisprozesses 2, auf allen seinen Innenseiten sind Gaseinlässe 6 mit vorgelagerten Leitblechen 5. Jedoch ist nur auf der Rückseite ein Gasauslass 7 vorgesehen. Das Gas, welches an den Seitenteilen in den Adsorber 3 strömt, muss daher einen weiteren Weg nehmen als das Gas, das direkt gegenüber dem Gasauslass 7 in den Adsorber einströmt. Dies ist bei der Dimensionierung des hydraulischen Abgleichs zu berücksichtigen.

[0036] Je nach den räumlichen Verhältnissen können auch Aktivkohleschaumstoffmatten und Schüttungen abwechselnd eingesetzt werden, auch können so verschieden dotierte Aktivkohlen voneinander getrennt werden, wenn andere Komponentenmischungen als das Arbeitsfluid R290 verwendet werden.

Bezugszeichenliste

[0037]

1 Wärmepumpengehäuse

- 2 Kältekreis
- 3 Adsorber
- 4 Leckage
- 5 Prallplatte
- 6 Gaseinlass
- 7 Gasauslass
- 8 Jalousie

Patentansprüche

1. Adsorptionsvorrichtung zur Sicherung einer Wärmepumpe, die mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids in einem linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozess betrieben wird, gegen leakagebedingten Austritt aus einem Wärmepumpengehäuse, in dem ein geschlossener, hermetisch dichter Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend

- mindestens einen Einlass für ein Luft-Gasgemisch, der mit dem Inneren des Wärmepumpengehäuses verbunden ist,
- mindestens einen Auslass für Luft, der mit der Umgebung des Wärmepumpengehäuses verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- Leitelemente für die Strömungsführung eines Luft-Gasgemischs vor dem Einlass des Luft-Gasgemischs in die Adsorptionsvorrichtung vorgesehen werden,
- wobei die Leitelemente so gestaltet sind, dass für jede mögliche Leckagequelle im Wärmepumpengehäuse mindestens eine Umlenkeinrichtung vor dem Eintritt in die Adsorptionsvorrichtung vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adsorptionsvorrichtung aus mehreren, miteinander verbundenen Adsorbern mit Schüttungen besteht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Adsorptionsmittel in den Adsorbern eine Aktivkohle-Schüttung ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Adsorptionsmittel in der Adsorptionsvorrichtung offenporigen mit Aktivkohle belegten Polyurethanschaumstoff enthält.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der offenporige, mit Aktivkohle belegte Polyurethanschaumstoff in Form von Flächenelementen eingebracht wird.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **da-**

durch gekennzeichnet, dass sowohl Flächenelemente aus offenporigem, mit Aktivkohle belegtem Polyurethanschaumstoff als auch eine Schüttung aus Aktivkohlepellets vorgesehen werden, wobei die Poren des offenporigen, mit Aktivkohle belegten Polyurethanschaumstoffs kleiner ausgebildet sind als die Aktivkohlepellets der Schüttung.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Leitelemente gelochte Bleche verwendet werden, deren Löcher kleiner sind als die Aktivkohlepellets der Schüttung.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor jedem Einlass für ein Luft-Gasgemisch im Inneren des Wärmepumpengehäuses eine Umlenkvorrichtung für eine Verwirbelung und Vermischung der Gasströmung vorgelagert ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkvorrichtung eine Prallplatte ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkvorrichtung ein Gitternetz ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkvorrichtung ein Dralldiffusor ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Adsorptionsvorrichtung Umlenkvorrichtungen vorgesehen werden.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Schüttung Umlenkvorrichtungen vorgesehen werden.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkvorrichtungen aus einem starren Trägerteil und Belägen von Schaumstoff gebildet sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Einlass für ein Luft-Gasgemisch im Inneren des Wärmepumpengehäuses durch ein Jalousiegitter mit Blechen, die gegenüber der Horizontalen in einen Winkel von jeweils 30 bis 60 Grad angestellt sind, gebildet wird.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Auslass für Luft durch ein Gitternetz oder eine offenporige mit Aktivkohle belegte Polyurethanschaumstoffmatte gebildet wird.

Fig. 1

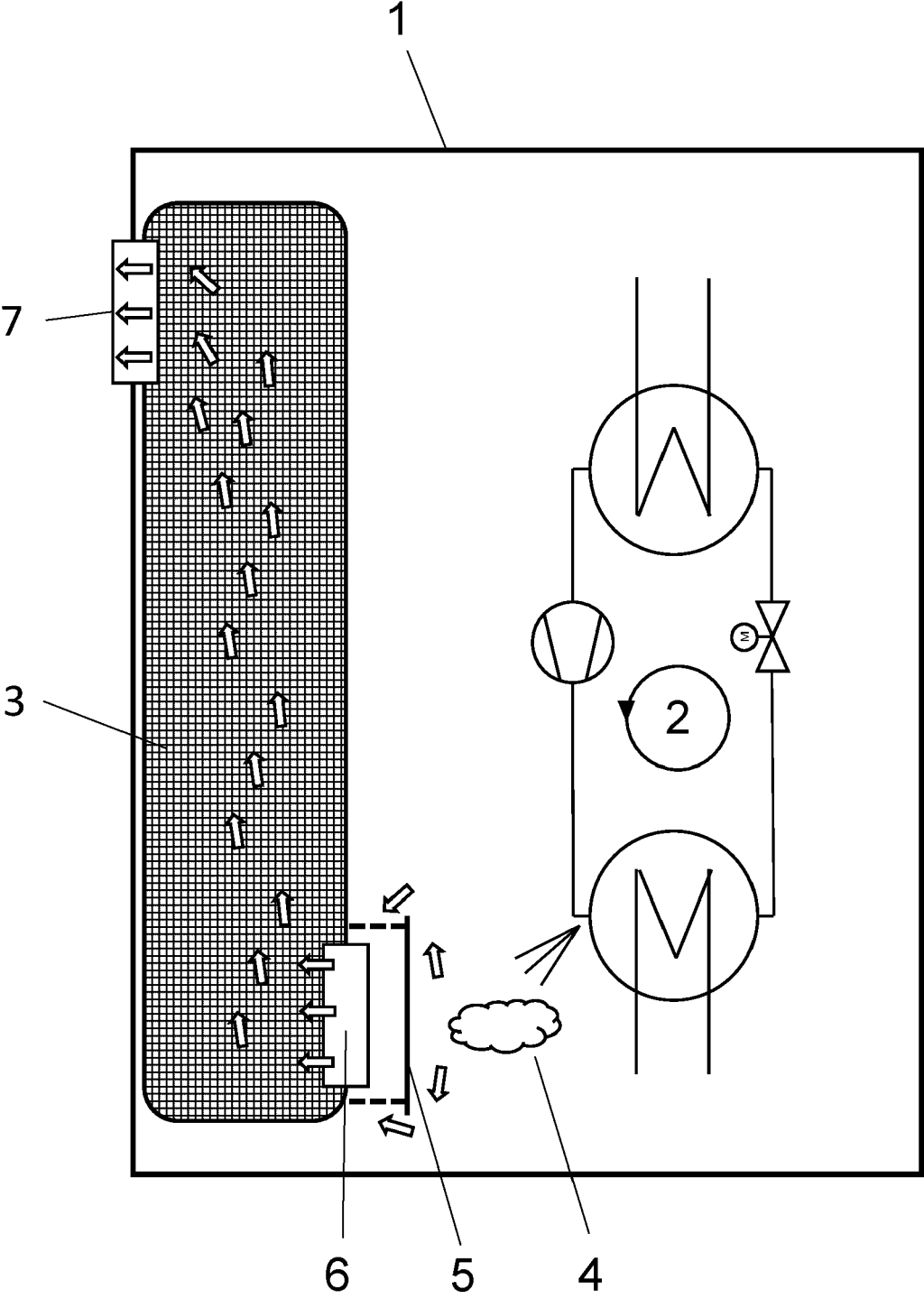


Fig. 2

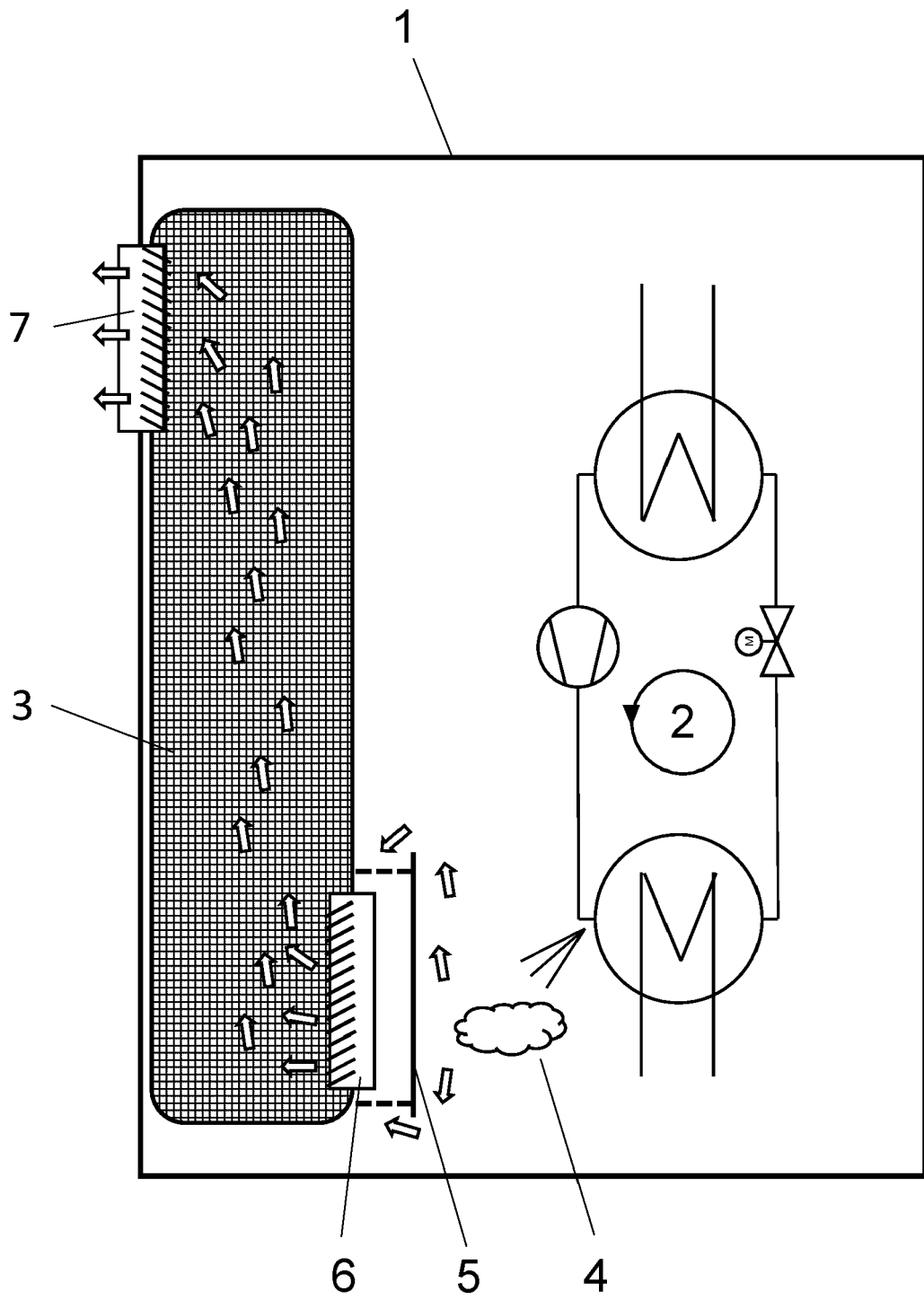


Fig. 3

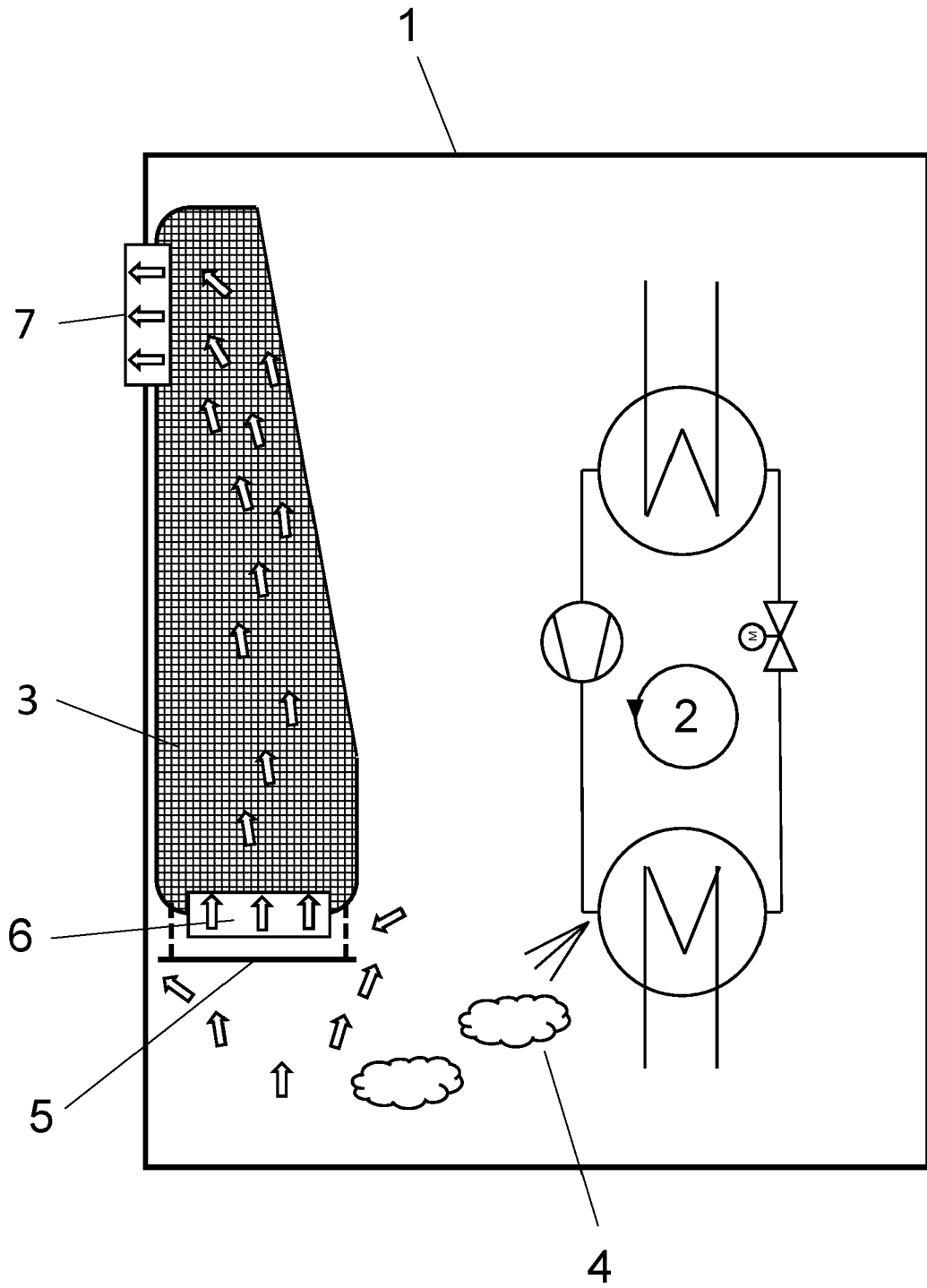


Fig. 4

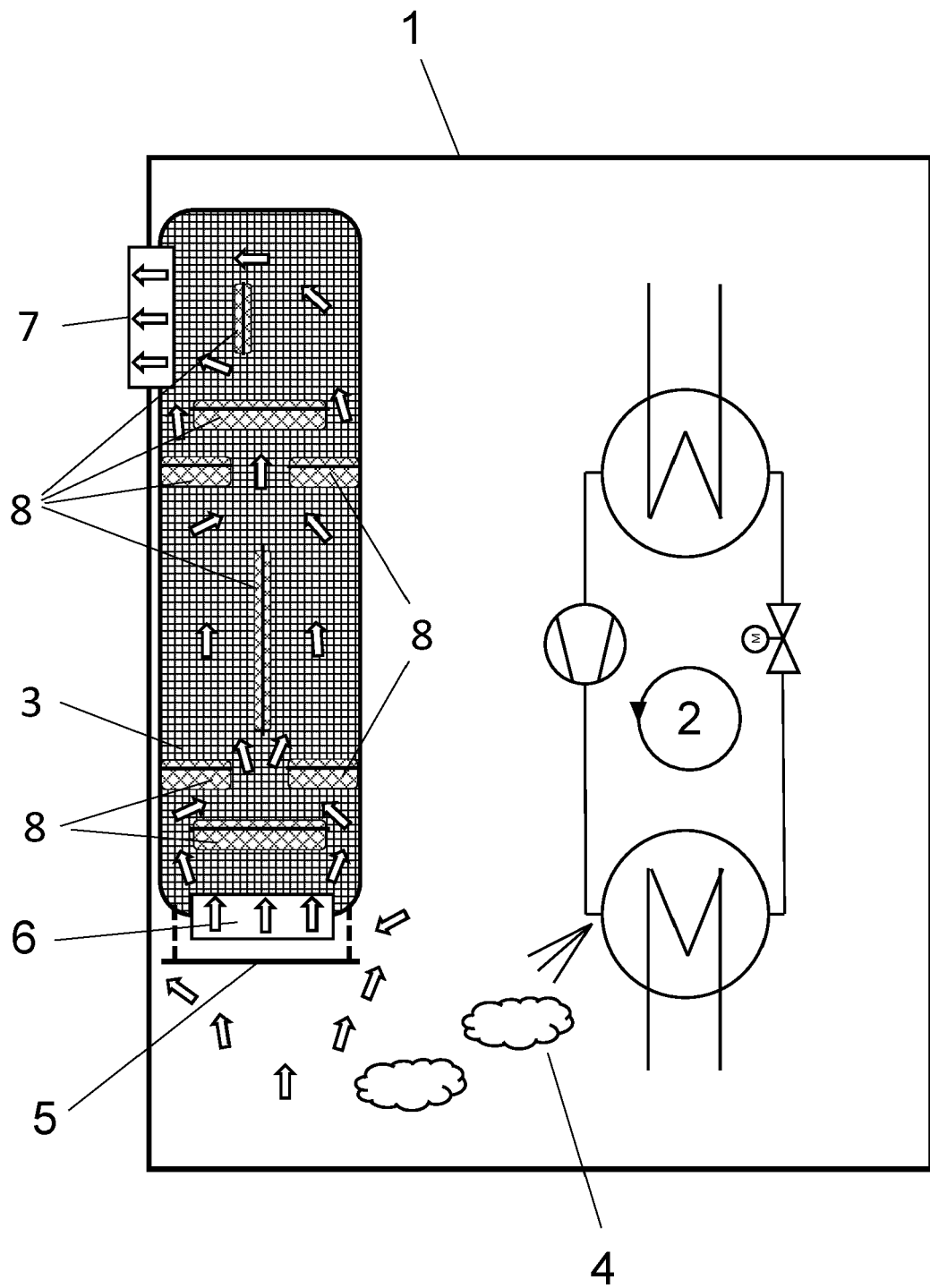
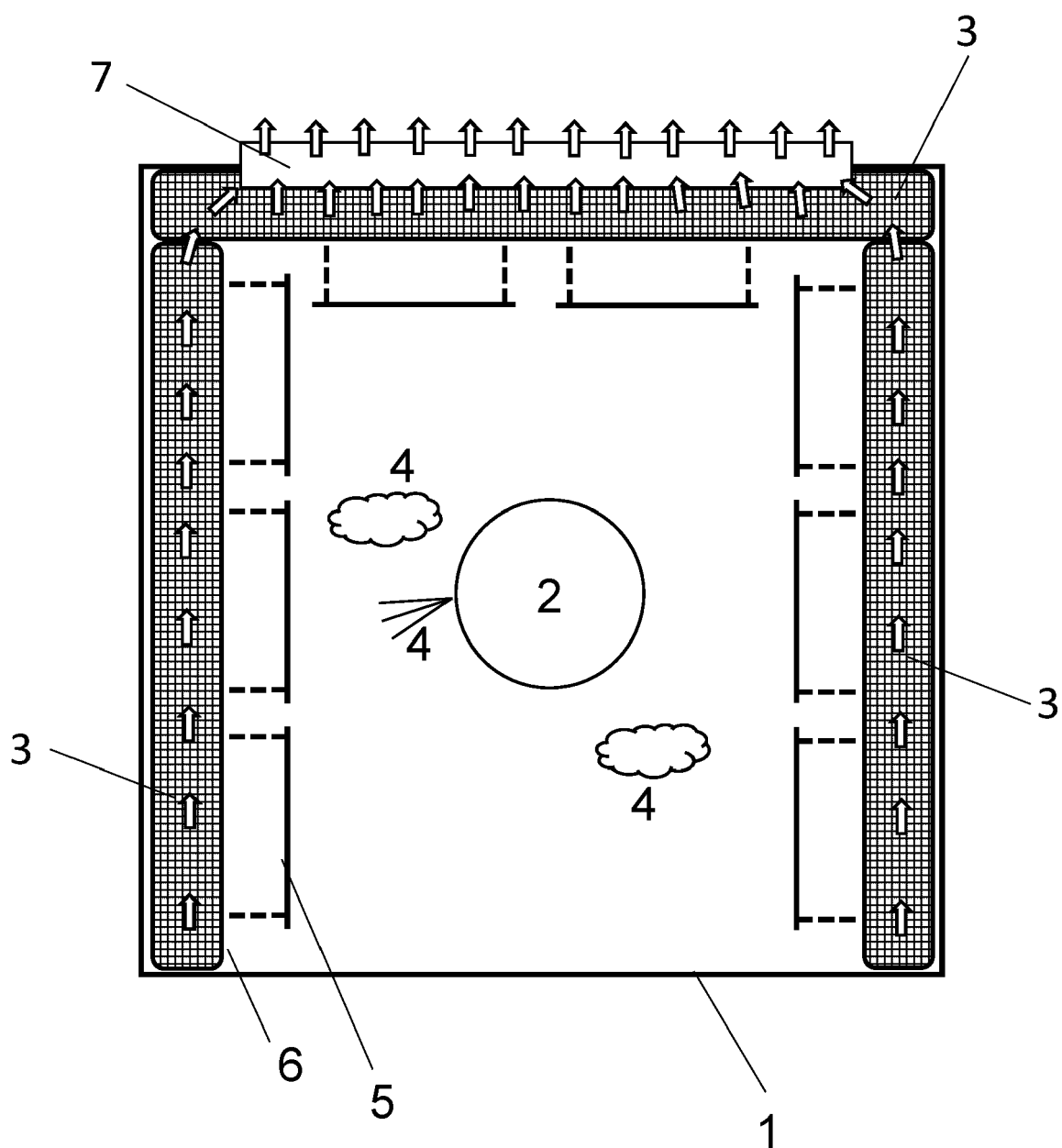


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 3367

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)
X	DE 10 2019 105522 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 10. September 2020 (2020-09-10)	1, 8-11, 14-16	INV. F24H15/12
Y	* Absatz [0001] - Absatz [0002] *	2-6, 12,	F25B49/00
	* Absatz [0012] - Absatz [0014] *	13	
A	* Absatz [0017] *	7	
	* Abbildung 1 *		

Y	EP 3 693 683 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 12. August 2020 (2020-08-12)	2, 3, 12, 13	
	* Absatz [0019] - Absatz [0028]; Abbildungen 1, 2 *		

Y	DE 37 35 729 A1 (DITTRICH SCHLUESSEL KG [DE]) 3. Mai 1989 (1989-05-03)	4-6	
	* Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 2, Zeile 17 *		
	* Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 35 *		

A	DE 10 2011 116863 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 25. April 2013 (2013-04-25)	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Absatz [0025] - Absatz [0028] *		F24H F25B

A	EP 4 008 979 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 8. Juni 2022 (2022-06-08)	1	
	* Absatz [0015] - Absatz [0025] *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. März 2024	Prüfer Arndt, Markus
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 23 21 3367

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.

07-03-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019105522 A1	10-09-2020	DE 102019105522 A1	10-09-2020
		DK 3705823 T3	21-03-2022
		EP 3705823 A1	09-09-2020
		ES 2909205 T3	05-05-2022
		PL 3705823 T3	19-04-2022

EP 3693683 A1	12-08-2020	KEINE	

DE 3735729 A1	03-05-1989	KEINE	

DE 102011116863 A1	25-04-2013	KEINE	

EP 4008979 A1	08-06-2022	KEINE	

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 19525064 C1 **[0005] [0006]**
- EP 3705823 A1 **[0006] [0017]**
- DE 102011116863 A1 **[0007]**
- DE 2946390 A **[0012]**
- DE 4002462 A1 **[0013]**
- DE 4032738 C1 **[0013]**
- DE 4440584 C1 **[0013]**
- US 3296775 A **[0013]**
- US 3708981 A **[0013]**