

(19)



(11)

EP 4 407 246 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.2024 Patentblatt 2024/31

(21) Anmeldenummer: **24150834.0**

(22) Anmeldetag: **09.01.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24F 11/32 ^(2018.01) **F24D 19/10** ^(2006.01)
F24F 11/38 ^(2018.01) **F24F 11/41** ^(2018.01)
F24F 11/42 ^(2018.01) **F24H 4/06** ^(2006.01)
F24H 15/136 ^(2022.01) **F24H 15/375** ^(2022.01)
F25B 49/00 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24F 11/32; F24D 19/1087; F24F 11/38;
F24F 11/41; F24F 11/42; F24H 4/06; F24H 15/136;
F24H 15/375; F25B 49/005; F24F 2221/22

(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:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **24.01.2023 DE 102023101618**

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

(72) Erfinder:
 • **Dziwak, Frank**
46244 Bottrop (DE)

• **Knebel, Frank**
50825 Köln (DE)
 • **Sietmann, Michael**
42115 Wuppertal (DE)
 • **Anderwald, Jürgen**
42929 Wermelskirchen (DE)
 • **Ehlers, Andreas**
42699 Solingen (DE)

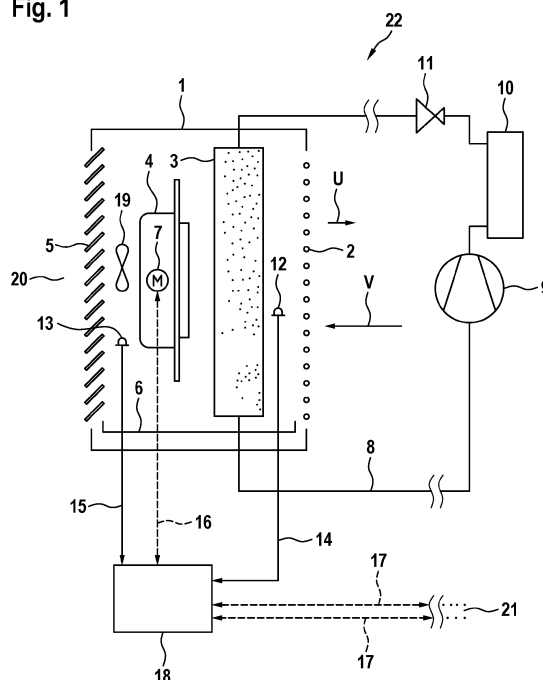
(74) Vertreter: **Popp, Carsten**
Vaillant GmbH
IR-IP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER WÄRMEPUMPE, WÄRMEPUMPE UND COMPUTERPROGRAMM**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpe (22), aufweisend zumindest einen Verdampfer oder Wärmetauscher (3), vorgeschlagen, welches gekennzeichnet ist durch zumindest folgende Schritte:

- Identifizieren einer reduzierten Luftströmung hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher (3);
- Ermitteln, ob die reduzierte Luftströmung durch einen Eisaufbau verursacht ist;
- Einleiten eines Störungsprozesses, falls in Schritt b) festgestellt wurde, dass kein Eisaufbau vorliegt.

Fig. 1

**EP 4 407 246 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpe, eine entsprechend eingerichtete Wärmepumpe und ein Computerprogramm.

[0002] Es ist bekannt, dass die Effizienz eines Wärmetauschers oder Verdampfers einer Luft-Wärmepumpe, welcher im Normalbetrieb der Umgebungsluft Wärme entzieht, die z. B. zur Heizung eines Gebäudes und/oder zum Erwärmen von Brauchwasser genutzt wird, von besonderer Bedeutung ist. Unter Umgebungsluft wird hier insbesondere die Außenluft, außerhalb von Gebäuden verstanden, auch wenn der Verdampfer oder Wärmetauscher selbst in einem Gebäude, beispielsweise einem frostfreien Aufstellraum, angeordnet ist. Der Verdampfer oder Wärmetauscher wird auch in einem solchen Fall von Außenluft durchströmt, die über geeignete Strömungswege geleitet wird.

[0003] Ein Verdampfer einer Luft-Wärmepumpe wird im Normalbetrieb in seinem Inneren von einem sehr kalten Kältemittel, dessen Temperatur deutlich unter der der Umgebungsluft liegt, durchströmt, wobei der Umgebungsluft Wärme entzogen wird, welche das Kältemittel verdampft. Insbesondere Teile der Außenoberfläche des Verdampfers können dabei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt von Wasser annehmen. Entsprechend gilt dies auch für andere Wärmetauscher, die beispielsweise Sole als Wärmeträgermedium nutzen. Dadurch wird Feuchtigkeit aus der Luft (Wasserdampf) kondensiert und gefriert an diesen Teilen zu Wassereis. Dieses Eis behindert mit zunehmender Dicke den Wärmeaustausch und kann sogar zu mechanischen Schäden an dem Verdampfer bzw. Wärmetauscher führen.

[0004] Es ist daher üblich, bei einer reduzierten Effizienz der Wärmepumpe von einem vereisten Verdampfer oder Wärmetauscher auszugehen und diesen abzutauen. Dazu kann beispielsweise eine Wärmepumpe in umgekehrter Richtung betrieben werden (sie arbeitet dann wie eine Klimaanlage oder ein Kühlschrank), wobei die Innenoberfläche des Verdampfers (der dann quasi als Kondensator dient) aufgeheizt wird und dadurch Eis auf seiner Außenoberfläche abtaut. Das Eis wandelt sich in flüssiges Wasser um, welches abtropft und abgeführt werden kann. Allerdings tritt eine Vereisung an der Umgebungsluft ausgesetzten Verdampfern oder Wärmetauschern besonders auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen auf, insbesondere bei Temperaturen der Umgebungsluft unterhalb des Gefrierpunktes von Wasser. Dies erschwert das Abtauen, wobei ungünstige Windbedingungen (Richtung und Geschwindigkeit des Windes sind dabei wichtige Parameter) noch zusätzliche Schwierigkeiten bewirken können.

[0005] Zudem ist auch bekannt, in solchen Situationen ein dem Verdampfer oder Wärmetauscher zugeordnetes Lufteintrittsgitter, durch welches die Umgebungsluft zugeführt wird, zu enteisen.

[0006] Allerdings kann eine reduzierte Effizienz der Wärmepumpe auch nach einem Abtauvorgang noch vor-

liegen. Es ist also wünschenswert, hier eine energetisch effizientere und/oder eine weitreichendere Lösung zu finden, die gewünschte Effizienz der Wärmepumpe sicher und/oder schnell wieder zu erreichen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lindern. Insbesondere soll die Erfindung die Schaffung eines Verfahrens zum Betrieb einer Wärmepumpe und einer Wärmepumpe geeignet zur Durchführung dieses Verfahrens sowie ein zugehöriges Computerprogrammprodukt umfassen. Dabei sollen ggf. auch zusätzliche bzw. umfangreiche Einrichtungen der Wärmepumpe nach Möglichkeit vermieden werden. Die Lösung sollte insbesondere auch integrierbar in bestehende Anlagen sein.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren, eine Wärmepumpe und ein Computerprogrammprodukt gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben. Die Beschreibung, insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren, veranschaulicht die Erfindung und gibt weitere Ausführungsbeispiele an.

[0009] Hierzu trägt ein Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpe bei, wobei diese zumindest einen Verdampfer oder Wärmetauscher aufweist, sowie ggf. ein dieser Komponente zugeordnetes Lufteintrittsgitter. Das Verfahren umfasst zumindest folgende Schritte:

- a) Identifizieren einer reduzierten Luftströmung hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher;
- b) Ermitteln, ob die reduzierte Luftströmung durch einen Eisaufbau verursacht ist;
- c) Einleiten eines Störungsprozesses, falls in Schritt b) festgestellt wurde, dass kein Eisaufbau vorliegt.

[0010] Das Verfahren läuft bevorzugt mindestens einmal in der hier angegebenen Reihenfolge a), b) und c) ab, es ist aber gleichwohl (dabei) möglich, dass die Schritte sich zumindest teilweise zeitlich überlagern und/oder auch (unterschiedlich oft) wiederholt werden. Es ist möglich, dass Ergebnisse der Schritte (zwischen-)gespeichert und im Rahmen eines (nachfolgenden) anderen Schrittes (wieder-)verwendet werden. Es ist möglich, dass zumindest ein Ergebnis eines Schrittes vorliegen muss, bevor ein anderer Schritt eingeleitet und/oder beendet wird. Jeder Schritt kann mehrere Prozesse, Maßnahmen, etc. umfassen, insbesondere solche, die nachfolgend angegeben werden.

[0011] Bei der Wärmepumpe kann es sich beispielsweise um eine Luft-Wärmepumpe mit Verdampfer oder einem Luft-Sole-Wärmetauscher handeln.

[0012] In Schritt a) kann eine reduzierte Luftströmung (ggf. durch das Lufteintrittsgitter) hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher identifiziert werden. Das kann gleichbedeutend mit einer reduzierten Luftströmung durch den Verdampfer oder Wärmetauscher selbst sein. Dies ist zum Beispiel möglich durch eine aktuelle Mes-

sung eines Kennwertes für die Luftströmung. Beispielsweise seien folgende Kennwerte am bzw. in der Umgebung des Lufteintrittsgitters bzw. des Verdampfers oder Wärmetauschers genannt: Luft-Massenstrom, Luft-Volumenstrom, Umgebungsdruck, Druckdifferenz über das Lufteintrittsgitter und/oder den Verdampfer oder Wärmetauscher. Es ist möglich, dass der Kennwert errechnet oder abgeschätzt wird, z.B. über die Ermittlung der aktuellen Leistung des Verdampfers oder des Wärmetauschers bzw. der (Luft-)Wärmepumpe.

[0013] In Schritt b) wird ermittelt, insbesondere berechnet, abgeschätzt und/oder gemessen, ob die Ursache für die reduzierte Luftströmung bzw. den zugehörigen Kennwert von einem Eisaufbau am Lufteintrittsgitter und/oder am Verdampfer oder Wärmetauscher verursacht ist. Dies kann direkt erfolgen, z.B. indem (mittels eines optischen Sensors) erfasst wird, ob dort Eisaufbau vorliegt. Dazu können Bilder ausgenommen und mit Referenzbildern verglichen werden. Es ist aber auch möglich, dass zunächst eine Komponente der Wärmepumpe anders eingestellt und/oder betrieben wird, und dann anhand von (insbesondere den selben) Kennwerten festgestellt wird, ob sich diese erwartungsgemäß ändern bzw. erwartungsgemäß gleichbleiben. Diese Beobachtung kann in einer Feststellung resultieren, ob die reduzierte Luftströmung durch einen Eisaufbau verursacht ist.

[0014] Gemäß Schritt c) kann ein vorbestimmter Störungsprozess eingeleitet werden, der gegebenenfalls eine Mehrzahl oder Vielzahl von Routinen (automatisch) auslöst, wenn detektiert wurde, dass die reduzierte Luftströmung nicht (nur) auf einem Eisaufbau basiert bzw. basierte. Der Störungsprozess kann aus einer Gruppe von Routinen in Abhängigkeit des Ergebnisses von Schritt b) und/oder zusätzlichen Maßnahmen im Rahmen des Schrittes c) ausgewählt werden. So ist beispielsweise möglich, dass ein Störungsprozess eingeleitet wird, wenn trotz eines erfolgreichen Abtauens noch eine reduzierte Luftströmung feststellbar ist. Es ist (auch) möglich, dass ein (anderer) Störungsprozess eingeleitet wird, wenn bereits im Vorfeld erkannt wird, dass ein Abtauen des Verdampfers oder Wärmetauschers und/oder des Lufteintrittsgitters keine gewünscht hohe Luftströmung erreichen lässt.

[0015] In Schritt b) kann ein aktueller oder historischer Umgebungsparameter ausgewertet werden. So kann beispielsweise die aktuelle oder (in einem vorbestimmten, zurückliegenden Zeitraum) aufgezeichnete (äußere) Umgebungstemperatur und/oder Luftfeuchte berücksichtigt werden. Es ist möglich, dass zumindest einer dieser Umgebungsparameter in regelmäßigen zeitlichen Abständen sensorisch erfasst und gespeichert wird, und im Rahmen von Schritt b) diese Daten abgerufen und ausgewertet werden. Dabei ist möglich, dass Grenzwerte vordefiniert sind, bei deren Erreichen ein Eisaufbau ausgeschlossen werden kann als maßgebliche Ursache für die reduzierte Luftströmung.

[0016] Alternativ oder kumulativ ist möglich, dass in

Schritt b) zumindest eine Maßnahme zur Erwärmung des Lufteintrittsgitters ausgeführt wird. Hierzu ist es beispielsweise möglich, eine dem Lufteintrittsgitter und/oder dem Verdampfer bzw. Wärmetauscher zugeordnete elektrische Heizung für ein vorgebbares Heizintervall zu aktivieren. Es ist auch möglich, ein dem Lufteintrittsgitter bzw. dem Verdampfer oder Wärmetauscher zugeordnetes Gebläse zu aktivieren, dass es wärmere Innenraumluft hin zu dem Lufteintrittsgitter bzw. dem Verdampfer oder Wärmetauscher fördert (Umkehrbetrieb).

[0017] Der Umkehrbetrieb kann insbesondere wie folgt ablaufen: Maßnahme zum Abtauen eines Lufteintrittsgitters eines Verdampfers oder Wärmetauschers einer (Luft-)Wärmepumpe, bei dem während und/oder (zeitlich) nach einem Abtauen des Verdampfers oder Wärmetauschers und vor dessen Wiederabkühlung, ein Umkehrluftstrom durch den Verdampfer zum Lufteintrittsgitter hin und durch dieses hindurch erzeugt wird. In einer bevorzugten Ausführung wird zur Erzeugung des Umkehrluftstromes ein vorhandenes Gebläse der Luft-Wärmepumpe in seiner Strömungsrichtung umgeschaltet. Das erfordert keine zusätzlichen Bauteile bzw. Einrichtungen, sofern das Gebläse eine Umschaltung bauartbedingt bereits erlaubt, sonst könnte dies ggf. auch in einem Computerprogrammprodukt zur Regelung des Gebläses und/ oder der (Luft-) Wärmepumpe entsprechend angepasst werden. Ansonsten kann ein separates Gebläse eingeschaltet werden, welches eine deutlich geringere Leistung als das eigentliche Gebläse haben kann. Insbesondere sollte der Umkehrluftstrom gerade eine solche (Strömungs-) Geschwindigkeit haben, dass die strömende Luft nach Durchlaufen des Lufteintrittsgitters 1 bis 10 K [Kelvin], vorzugsweise 3 bis 6 K, über dem Gefrierpunkt von Wasser dort liegt. So ist einerseits ein Abtauen des Lufteintrittsgitters sichergestellt, es wird aber nicht unnötig viel Energie durch das Lufteintrittsgitter hindurch an die Umgebung abgegeben.

[0018] Eine direkte Erkennung einer (teilweisen) Blockade des Lufteintrittsgitters kann durch Abnahme des durch das Gebläse geförderten Luftvolumenstroms erfolgen:

- Signalauswertung und Beurteilung des geförderten Luftvolumenstroms über einen Volumenstromsensor;
- Signalauswertung und Beurteilung des geförderten Luftvolumenstroms über eine Druckdifferenz über den Verdampfer beziehungsweise Wärmetauscher;
- Signalauswertung und Beurteilung des geförderten Luftvolumenstroms über die elektrische Leistungsaufnahme eines Motors des Gebläses.

[0019] Eine indirekte Erkennung einer (teilweisen) Blockade des Lufteintrittsgitters kann durch Abnahme der Wärmeentzugsleistung über den Verdampfer/Wärmetauscher im Heizbetrieb erfolgen:

- Signalauswertung und Beurteilung der Wärmeent-

- zugleistung über eine Temperaturdifferenz;
- Signalauswertung und Beurteilung der Wärmeentzugleistung über die Verdampfungstemperatur, die üblicherweise in einem zugehörigen Steuergerät als Information zur Verfügung steht;
- Signalauswertung und Beurteilung der Wärmeentzugleistung über die Verflüssigungs- oder/und Verdampfungsleistung, die üblicherweise in einem zugehörigen Steuergerät als Information zur Verfügung steht.

[0020] Bevorzugt wird vor der Initiierung des Schrittes c) und nach der Maßnahme zur Erwärmung des Lufteintrittsgitters die Luftströmung durch das Lufteintrittsgitter hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher aktuell bestimmt und mit der in Schritt a) zugrunde gelegten Luftströmung verglichen, wobei das Ergebnis des Vergleichs in Schritt b) berücksichtigt wird. Es kann praktisch zunächst noch einmal eine Bestimmung der Luftströmung in der gleichen oder ähnlichen Art ausgeführt werden, wie diese Schritt a) zugrunde lag. Damit kann ein verlässlicher und aussagekräftiger Vergleich der beiden Situationen vor und nach der Maßnahme zur Erwärmung des Lufteintrittsgitters erreicht werden. Hat sich die Situation nicht wesentlich geändert, wird mit Schritt c) bzw. weiteren (Störungs-)Prozessen fortgefahren. Hat sich die Situation maßgeblich geändert, kann ggf. auf einen Eisaufbau als Ursache geschlossen werden und es wird bevorzugt wieder in den Normalbetrieb der Luft-Wärmepumpe gewechselt.

[0021] Es ist möglich, dass vor der Initiierung des Schrittes c) und nach der Maßnahme die Effizienz der Wärmepumpe ermittelt und mit einem Referenzwert verglichen wird, wobei das Ergebnis des Vergleichs in Schritt b) berücksichtigt wird. Die Bewertung der (neuen) Situation (nach der Maßnahme zur Erwärmung des Lufteintrittsgitters) kann zum Beispiel auch anhand abgeleiteter Kennwerte betreffend die Effizienz der Wärmepumpe erfolgen. Beispielsweise kann aufgrund der Maßnahme eine vorbestimmte Effizienz-Steigerung (oder Leistungszunahme) erwartet werden. Wird diese erreicht, kann ggf. auf einen Eisaufbau als Ursache geschlossen werden und es wird bevorzugt wieder in den Normalbetrieb der Luft-Wärmepumpe gewechselt. Hat sich die vorbestimmte Effizienz-Steigerung nicht erreichen lassen, wird ggf. mit weiteren (Störungs-)Prozessen fortgefahren.

[0022] Der Störungsprozess in Schritt c) kann eine Verstellung von Lamellen des Lufteintrittsgitters umfassen. Danach kann die Luftströmung durch das Lufteintrittsgitter hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher gemessen (bestimmt berechnet, etc.) und mit der in Schritt a) zugrunde gelegten Luftströmung und/oder einem Referenzwert verglichen werden. Bevorzugt liegt ein Kennfeld vor, anhand derer (übliche bzw. korrekte) Luftströmungen über verschiedene Stellungen der Lamellen des Lufteintrittsgitters bestimmbar sind. So kann beispielsweise geprüft werden, ob die festgestellte Reduktion nur

in einer von mehreren Stellungen der Lamellen vorliegt. Außerdem kann die Verstellung ggf. direkt auch dort befindlichen Eisaufbau (mechanisch) und/oder an bzw. im Lufteintrittsgitter anhaftende Fremdkörper entfernen.

[0023] Der Störungsprozess in Schritt c) kann (auch) umfassen, dass ein Störsignal erzeugt wird, welches (automatisch) an einen vorbestimmten Empfänger versendet wird. Das Störsignal kann als Information einer Person bzw. deren mobiles Empfangsgerät, einer Datenbank (in der Cloud) und/oder der Luft-Wärmepumpe bereitgestellt werden. Der Erhalt des Störsignals kann eine Blockierung/Abschaltung und/oder einen Notbetrieb der Luft-Wärmepumpe (unmittelbar) zur Folge haben.

[0024] Gemäß einem weiteren Aspekt wird auch eine (Luft-)Wärmepumpe vorgeschlagen, zumindest umfassend einen Verdampfer oder Wärmetauscher sowie ein zugeordnetes Lufteintrittsgitter, und Mitteln, die so angepasst sind, dass sie die Schritte des hier vorgeschlagenen Verfahrens ausführen.

[0025] Einem weiteren Aspekt folgend wird auch ein Computerprogramm vorgeschlagen, umfassend Befehle, die bewirken, dass die hier offenbarte (Luft-)Wärmepumpe die hier vorgeschlagenen Verfahrensschritte ausführt. Es kann zudem ein computerlesbares Medium vorgesehen sein, auf dem das Computerprogramm gespeichert ist.

[0026] Um die Eis- und Frostformationen an Komponenten im Luftstrombereich zu entfernen, sind vor allem thermische Verfahren zur Abtauung bekannt, bei denen bei Bedarf entweder über eine Heizpatrone oder über eine Kreislaufumkehr des Kältekreis eines Lamellenrohr-Wärmeübertragers aufgeheizt wird. Die Wärme des aufgeheizten Lamellenrohr-Wärmeübertragers kann genutzt werden, um den Luftauslass und den Ventilator von Eis zu befreien, indem sie durch einen vom Gebläse erzeugten Luftstrom zu den vereisten Komponenten im Luftstrombereich bewegt wird. Durch das oben beschriebene Verfahren eines umgekehrten Luftstroms kann zudem auch das Lufteintrittsgitter von Eis befreit werden. Der Bedarf einer Abtauung der Außeneinheit wird unter anderem anhand einer geringen Verdampfungstemperatur erkannt. Während der Abtauung wird die gesamte Heizleistung der Wärmepumpe für das Aufheizen des Verdampfers verwendet und steht nicht für die Wärmeerzeugung des Heizkreises zu Verfügung. Stattdessen wird dem Heizkreis zusätzlich Energie entzogen.

[0027] Es wurde nunmehr erkannt, dass besonders während der Jahreszeit um den Herbst sich z.B. durch erhöhte Luftbewegung in unmittelbarer Umgebung des Aufstellungsorts der Wärmepumpenaußeneinheit Verschmutzungen wie z.B. Pflanzenreste und Laub am Lufteintritt ansammeln können. Durch die Verschmutzung wird, wie beim Eisaufbau an den Komponenten im Luftstrombereich, der benötigte Querschnitt der Luftströmung verringert oder teilweise blockiert und so die Wärmeübertragung von der Luft auf das Kältemittel beeinträchtigt. Eine Verformung der Lamellen des Lamellenrohr-Wärmeübertragers führt ebenfalls zu einer Verrin-

gerung des Querschnitts der Luftströmung. Diese beiden Ursachen führen, wie auch die Vereisung, zu einer reduzierten Ausbeute der Nutzwärme und zu einem Abfall der Verdampfungstemperatur, wodurch die Gesamteffizienz der Wärmepumpe erheblich reduziert wird und der Stromverbrauch ansteigen kann.

[0028] Durch den Abfall der Verdampfungstemperatur aufgrund der Verschmutzung oder durch die Beschädigungen der Lamellen im Wärmeübertrager können abhängig von jeweiligen Ermittlungsroutinen außerdem vermehrt Abtauungen durch die Wärmepumpensteuerung ausgelöst werden, obwohl gar keine Vereisung vorliegt. Dies reduziert die Effizienz des Wärmepumpenbetriebs weiter.

[0029] Das Problem wird nunmehr durch ein Verfahren gelöst, bei dem die Wärmepumpe eine Verschmutzung bzw. Beeinträchtigung des Luftstromes durch Beschädigung etwa der Lamellen automatisch erkennen kann. Somit kann der Wärmepumpenbetreiber durch eine Wartungsmeldung auf die Verschmutzung bzw. Beschädigung hingewiesen werden, sodass diese im Außengerät der Wärmepumpe rechtzeitig entfernt und ein effizienter Betrieb gewährleistet werden kann.

[0030] Das Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die Wärmepumpe anhand von Anlagenmessdaten unterscheidet, ob eine Verschmutzung bzw. Beschädigung oder eine Eisbildung der Komponenten im Luftstrombereich vorliegt. Alle genannten Beeinträchtigungen wirken sich durch die Verringerung bzw. lokale Blockade des Luftstroms ähnlich auf den Kältekreis aus.

[0031] Die Eisbildung am Lamellenrohr-Wärmeübertrager kann durch einen oder mehrere Abtauvorgänge entfernt werden. Insbesondere durch einen umgekehrten Ventilatorbetrieb kann eine Eisbildung an allen Komponenten im Luftstrombereich und nicht nur im Lamellenrohr-Wärmeübertrager und Luftauslassbereich, sondern auch im Lufteinlassbereich und insbesondere einem Lufteintrittsgitter auch bei widrigen Umgebungsbedingungen zuverlässig entfernt werden. Liegt keine Verschmutzung bzw. Beschädigung vor, lösen sich dadurch die Beeinträchtigungen durch die Eisbildung im Lufteintrittsbereich wieder auf und die Leistung bzw. die Effizienz der Wärmepumpe erreichen wieder das Niveau des Zustands ohne Eisansatz. Dies kann z.B. anhand von Leistungsdaten von der Wärmepumpe erkannt werden.

[0032] Bleibt die Steigerung der Leistung sowie der Effizienz der Wärmepumpe nach einem definierten Enteisungsvorgang aus, wird z. B. über das Ausschlussprinzip darauf geschlossen, dass es sich bei der Ursache, die eine Beeinträchtigung der Wärmepumpenleistung und Wärmepumpeneffizienz als Folge hat, um eine Verschmutzung bzw. Beschädigung handelt. Eine so erkannte Verschmutzung bzw. Beschädigung wird als Hinweis oder Wartungsmeldung auf der Anzeigeeinrichtung der Wärmepumpe dem Wärmepumpenbetreiber angezeigt. Der Wärmepumpenbetreiber hat dadurch die Möglichkeit, einem ineffizienten Betrieb der Wärmepumpe und einer möglichen Störung der Maschine vorzubeu-

gen.

[0033] Die thermischen Abtauverfahren nach dem Stand der Technik eignen sich nicht, um Schmutz im Lufteintrittsbereich zu entfernen und/oder eine Beschädigung der Lamellen rückgängig zu machen. Das Säubern der Komponenten im Luftstrombereich bzw. das Gera-
debiegen der Lamellen des Lamellenrohr-Wärmeübertragers muss vom Anlagenbetreiber bei Bedarf manuell erfolgen, um einen störungsfreien und ungehinderten Luftstrom zu gewährleisten. Eine visuelle Kontrolle der Außeneinheit und die entsprechende Servicearbeit (Säubern, Schmutzentfernung, Reparatur) musste bislang allein nach Ermessen des Betreibers erfolgen, weil ein entsprechender Bedarf nicht von der Wärmepumpenanlage automatisch erkannt werden konnte. Besonders bei schwer einsehbaren Wärmepumpenaufstellungen und/oder widrigen Witterungsbedingungen ist eine regelmäßige optische Überprüfung des Luftstrombereichs durch den Wärmepumpenbetreiber nicht zu erwarten. Dadurch bleibt ein durch die Verschmutzung verursachter ineffizienter Wärmepumpenbetrieb unter Umständen unbemerkt, wodurch die Wärmepumpe in einen Störungsmodus gelangen kann, in der kein Heizbetrieb mehr möglich ist. Hier schafft die Erfindung eine signifikante Verbesserung.

[0034] Die mit Bezug auf das Verfahren geschilderten Merkmale können gleichermaßen zur Charakterisierung der Wärmepumpe genutzt werden, und umgedreht.

[0035] Insbesondere kann die Luft-Wärmepumpe mit einem Lamellenrohr-Wärmeübertrager als Wärmetauscher ausgeführt sein. Die Luft-Wärmepumpe kann eingerichtet sein, das hier vorgeschlagene Verfahren durchzuführen.

[0036] Ein schematisches Ausführungsbeispiel der Erfindung, auf das diese jedoch nicht beschränkt ist, und die Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Verfahrens und zugehöriger Vorrichtung werden im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es stellt dar:

Fig. 1: eine Anordnung eines abzutauenden Lufteintrittsgitters eines Verdampfers in einem Gehäuse.

[0037] Fig. 1 zeigt schematisch eine typische Anwendungsform der Erfindung. Diese tritt hauptsächlich bei Luft-Wärmepumpen 22 mit Verdampfer auf, die hier als Beispiel verwendet wird. Es gibt aber Anwendungsfälle z. B. bei Luft-Sole-Wärmetauschern mit einer ähnlichen Problemstellung.

[0038] Ein Kältemittelkreislauf 8 entzieht der Umgebungsluft 20 mittels eines Verdampfers 3 Wärme. Der Verdampfer 3 wird von Kältemittel durchströmt, welches in dem Kreislauf mittels eines Kompressors 9 komprimiert wird, in einem Wärmetauscher 10 Wärme an einen (nicht dargestellten) Heizkreislauf abgibt und in einem Entspannungsventil 11 entspannt und dabei verflüssigt und sehr stark abgekühlt wird.

[0039] Umgebungsluft 20 wird mittels eines Gebläses

4 (oder Lüfters) mit einem Motor 7 in einem vorwärts gerichteten Luftstrom V durch den Verdampfer 3 geführt. Die in der Umgebungsluft enthaltene und so übertragene Wärme verdampft das Kältemittel im Verdampfer 3 wieder. Der Verdampfer 3 ist im Betrieb sehr kalt, nämlich z. B. 10 bis 30 K unter dem Gefrierpunkt von Wasser, weshalb Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft 20, zumindest bei ungünstigen Witterungsbedingungen, dort gefrieren und eine Eisschicht bilden kann. Dies kann ein Grund für einen reduzierten Wärmeübergang sein und kann zu Schäden führen, weshalb der Verdampfer 3 bei Bedarf abgetaut werden muss. Abgetautes Eis tropft als Wasser in eine Auffangwanne 6 und wird von dort abgeleitet. In vielen Fällen muss auch die Auffangwanne 6 beheizbar sein, um wiederum deren Vereisung zu verhindern.

[0040] Der Verdampfer 3 ist in einem Verdampfergehäuse 1 (oder in einem geeigneten Aufstellraum) untergebracht, wobei die Umgebungsluft 20 durch ein Lufteintrittsgitter 2 in das Verdampfergehäuse 1 (oder einen zum Aufstellraum führenden Schacht) eintritt, welches wiederum auch vereisen kann. Dies kann durch die Witterung (Schnee, Eisregen etc.) geschehen, aber auch durch eine räumliche Nähe zum Verdampfer 3, der zumindest in einer Stillstandszeit nach einer Betriebsphase das Lufteintrittsgitter 2 abkühlt und damit zum Ausfrieren von Luftfeuchtigkeit beitragen kann. Um das Lufteintrittsgitter 2 bei Bedarf abtauen zu können, wird während und/oder nach einem Abtauen des Verdampfers 3 ein Umkehrluftstrom U durch den Verdampfer 3 zum Lufteintrittsgitter 2 und durch dieses hindurchgeführt.

[0041] Hierfür kann mindestens ein Eintrittssensor 12 sehr nützlich sein, der z. B. entweder den Druck oder den Volumenstrom zwischen Lufteintrittsgitter 2 und Verdampfer 3 misst. In Verbindung mit mindestens einem entsprechenden Austrittssensor 13, z.B. nahe eines Luftauslass 5, können Aussagen über die Umgebungsbedingungen von Verdampfer 3 und Lufteintrittsgitter 2 gewonnen werden. Der Eintrittssensor 12 ist über eine Messleitung 14 mit einer Steuer- und Regeleinheit 18 verbunden, ebenso der Austrittssensor 13 über eine Messleitung 15. Auch der Motor 7 des Gebläses 4 ist über eine kombinierte Mess- und Steuerleitung 16 mit der Steuer- und Regeleinheit 18 verbunden, so dass diese einerseits Informationen z. B. über die Drehzahl und Leistungsaufnahme des Gebläses 4 erhält, andererseits Steuerbefehle an das Gebläse 4 geben kann, in welcher Richtung und wie stark es Umgebungsluft 20 fördern soll. Weitere Sensoren 21 können über weitere Sensorverbindungen 17 mit der Steuer- und Regeleinheit 18 verbunden sein.

[0042] Es können viele Informationen bei der Diagnose des Zustandes von Verdampfer 3 und Lufteinlassgitter 2 oder deren Umgebung verwertet werden, insbesondere Daten über den jeweiligen Wirkungsgrad der Luft-Wärmepumpe 22 im Vergleich zu einem erwarteten Wirkungsgrad unter gegebenen Bedingungen. Generell können in der Steuer- und Regeleinheit 18 Referenzwer-

te (Kalibrierdaten) gespeichert sein, mit denen tatsächlich gemessene Parameter verglichen werden können, um zu ermitteln, ob ein Eisaufbau vorliegt, und wenn ja, ob er am Verdampfer 3 und/oder am Lufteintrittsgitter 2 auftritt.

[0043] Muss das Lufteintrittsgitter 2 abgetaut werden, so wird entweder das Gebläse 4 während und/oder nach dem Abtauen des Verdampfers 3 zur Erzeugung eines Umkehrstromes U angesteuert, sofern die Bauart des Gebläses dies zulässt (z. B. bei einem Axial-Lüfter), oder es wird ein separates Gebläse 19 eingeschaltet (bei ausgeschaltetem Gebläse 4), um den Umkehrluftstrom U zu erzeugen. Der Umkehrluftstrom U ist typischerweise deutlich schwächer als der maximal mögliche vorwärts gerichtete Luftstrom V, was durch entsprechende Länge der zugehörigen Pfeile veranschaulicht ist. Er beträgt meist weniger als 10%, ggf. 1 bis 5 % des maximalen vorwärts gerichteten Luftstromes V. Daher kann ein eventuell erforderliches separates Gebläse 19 deutlich kleiner sein als das Gebläse 4 für den Normalbetrieb.

[0044] In manchen Fällen ist das Lufteinlassgitter 2 verstellbar, z. B. in Form von Lamellen ausgebildet und kann mehr oder weniger weit geöffnet, manchmal sogar ganz verschlossen werden. Ein solches auch als Witterschutzgitter dienendes verstellbares Lufteinlassgitter 2 sollte während seines Abtauens nicht vollständig geschlossen sein (sonst könnte man ja keinen Umkehrluftstrom U erzeugen), aber auch nicht ganz geöffnet sein, da dann mehr Wärme an die Umgebung abgegeben wird als nötig. Eine fast geschlossene Stellung unterstützt einen effizienten Abtauvorgang.

[0045] Die vorliegende Erfindung erlaubt es, ein Lufteintrittsgitter 2 vor einem Verdampfer 3, das durch Witterungsbedingungen und/oder Betrieb vereist ist, auch bei sehr niedrigen Umgebungstemperaturen unter dem Gefrierpunkt von Wasser und/oder ungünstigen Windverhältnissen abzutauen.

[0046] Eine solche Vorrichtung ist zudem mit einer Zusatzfunktion ausgeführt, welche folgende Schritte ausführt:

- a) Identifizieren einer reduzierten Luftströmung (durch das Lufteintrittsgitter 2) hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher 3;
- b) Ermitteln, ob die reduzierte Luftströmung durch einen Eisaufbau (insbesondere am Lufteintrittsgitter 2) verursacht ist;
- c) Einleiten eines Störungsprozesses, falls in Schritt b) festgestellt wurde, dass kein Eisaufbau vorliegt.

[0047] Im Rahmen des Schrittes a) kann auf zumindest einen der vorstehend genannten Sensoren oder auf mehrere der Sensoren zurückgegriffen werden, so dass deren aktuelle oder historische Messdaten zur Identifikation der reduzierten Luftströmung durch das Lufteintrittsgitter 2 genutzt werden.

[0048] Es ist möglich, dass zum Beispiel in dem Fall, indem in Schritt b) aktuelle und/oder historische Umge-

bungsparameter ausgewertet und einen Eisaufbau als mögliche oder wahrscheinliche Ursache erkennen lassen, ein Abtauvorgang ausgelöst wird, insbesondere wie vorstehend erläutert. Ist dieser Abtauvorgang abgeschlossen, kann erneut geprüft werden, ob eine reduzierte Luftströmung durch das Lufteintrittsgitter und/oder den Verdampfer/Wärmetauscher 3 vorliegt. Falls nicht, ist die Störung beseitigt und es kann der normale Betrieb (wieder) fortgesetzt werden.

[0049] Wird keine ausreichende Erhöhung der Luftströmung durch das Lufteintrittsgitter 2 bzw. den Verdampfer / Wärmetauscher 3 festgestellt, kann dann ein Störprozess gemäß Schritt c) eingeleitet bzw. ausgeführt werden. Die Auswahl, welcher Störprozess nun am schnellsten und/oder einfachsten den Normalbetrieb wieder herstellen kann, kann auf Basis der Ergebnisse bzw. Maßnahmen des Schrittes a) und/oder b) selektiv ausgewählt werden. Zum Beispiel kann das Säubern der Komponenten im Luftstrombereich bzw. das Geradebiegen der Lamellen des Lamellenrohr-Wärmeübertragers 3 vom Anlagenbetreiber automatisch angefragt werden. Vorab wäre auch möglich, z.B. durch Verstellen des Lufteintrittsgitters 2 daran anhaftende Verschmutzungen selbstständig zu entfernen. Es kann ggf. auch eine angepasste Störmeldung erzeugt und versendet werden.

Bezugszeichenliste

[0050]

- | | |
|----|---|
| 1 | Verdampfergehäuse |
| 2 | Lufteintrittsgitter |
| 3 | Verdampfer (oder Wärmetauscher) |
| 4 | Gebläse / Axial-Lüfter |
| 5 | Luftauslass |
| 6 | Auffangwanne |
| 7 | Motor |
| 8 | Kältemittelkreislauf |
| 9 | Kompressor |
| 10 | Wärmetauscher zu einem Heizkreislauf |
| 11 | Entspannungsventil |
| 12 | Eintrittssensor |
| 13 | Austrittssensor |
| 14 | Messleitung vom Eintrittssensor |
| 15 | Messleitung vom Austrittssensor |
| 16 | Mess- und Steuerleitung |
| 17 | Sensorverbindungen (zu anderen Komponenten) |
| 18 | Steuer- und Regeleinheit |
| 19 | Separates Gebläse |
| 20 | Umgebungsluft |
| 21 | Weitere Sensoren |
| 22 | Wärmepumpe |

V Vorwärts gerichteter Luftstrom

U Umkehrluftstrom

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpe (22), aufweisend zumindest einen Verdampfer oder Wärmetauscher (3), welches **gekennzeichnet ist durch** zumindest folgende Schritte:
 - a) Identifizieren einer reduzierten Luftströmung hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher (3);
 - b) Ermitteln, ob die reduzierte Luftströmung durch einen Eisaufbau verursacht ist;
 - c) Einleiten eines Störungsprozesses, falls in Schritt b) festgestellt wurde, dass kein Eisaufbau vorliegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt b) aktuelle oder historische Umgebungsparameter ausgewertet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt b) zumindest eine Maßnahme zur Erwärmung eines Lufteintrittsgitters (2) und/oder des Verdampfers oder Wärmetauschers (3) ausgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Initiierung des Schrittes c) und nach der Maßnahme die Luftströmung durch das Lufteintrittsgitter (2) hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher (3) aktuell bestimmt und mit der in Schritt a) zugrunde gelegten Luftströmung verglichen wird, wobei das Ergebnis des Vergleichs in Schritt b) berücksichtigt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Initiierung des Schrittes c) und nach der Maßnahme die Effizienz der Wärmepumpe (22) ermittelt und mit einem Referenzwert verglichen wird, wobei das Ergebnis des Vergleichs in Schritt b) berücksichtigt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Störungsprozess in Schritt c) eine Verstellung der Lamellen eines Lufteintrittsgitters (2) umfasst und die Luftströmung durch das Lufteintrittsgitter (2) hin zum Verdampfer oder Wärmetauscher (3) danach gemessen und mit der in Schritt a) zugrunde gelegten Luftströmung und/oder einem Referenzwert verglichen wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Störungsprozess in Schritt c) ein Störsignal erzeugt, welches an einen vorbestimmten Empfänger versendet wird.
8. Wärmepumpe (22), zumindest umfassend einen Verdampfer oder Wärmetauscher (3), und Mitteln, die so angepasst sind, dass sie die Schritte des Ver-

fahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen.

9. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bewirken, dass die Wärmepumpe (22) des Anspruchs 8 die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausführt.

10

15

20

25

30

35

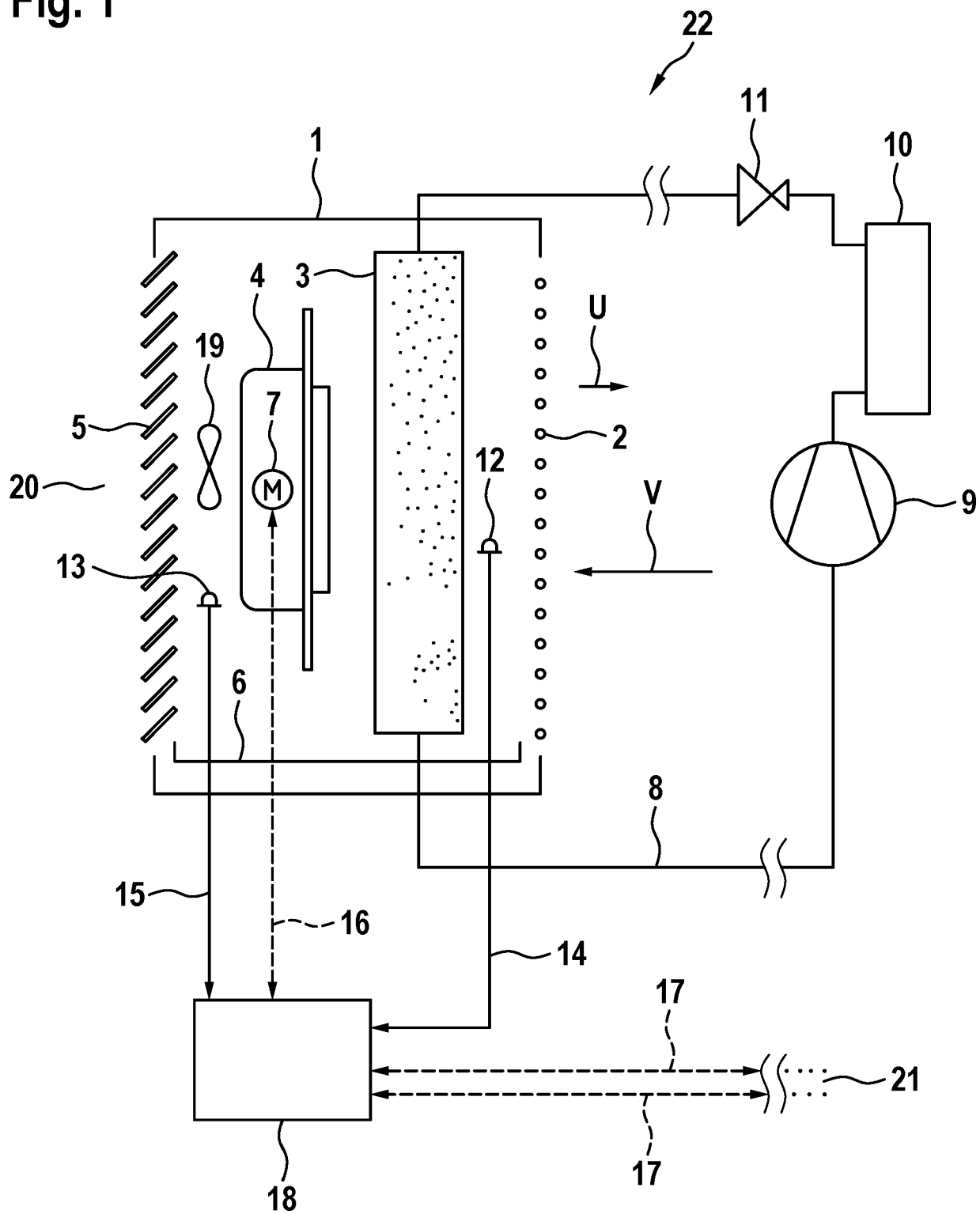
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 15 0834

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

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	EP 4 012 314 A1 (GLEN DIMPLEX DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 15. Juni 2022 (2022-06-15)	1, 8, 9	INV. F24F11/32
Y	* Absatz [0051] - Absatz [0051]; Ansprüche 1, 2, 4, 5, 8, 9 *	2-7	F24D19/10 F24F11/38 F24F11/41
X	US 2014/150477 A1 (QU YI [US] ET AL) 5. Juni 2014 (2014-06-05)	1, 8, 9	F24F11/42 F24H4/06
Y	* Absatz [0045] - Absatz [0045]; Ansprüche 1, 3, 5, 6, 7, 8 *	2-7	F24H15/136 F24H15/375 F25B49/00
X	DE 31 10 850 A1 (KUEPPERSBUSCH [DE]) 30. September 1982 (1982-09-30)	1, 8, 9	
Y	* Seite 4, Zeile 21 - Seite 4, Zeile 25; Ansprüche 1, 4 *	2-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24F F24H F25B F24D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		10. Juni 2024	Decking, Oliver
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 15 0834

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.

10-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 4012314	A1	15-06-2022	DE 102020215658 A1 EP 4012314 A1	15-06-2022 15-06-2022
15	US 2014150477	A1	05-06-2014	CA 2892138 A1 US 2014150477 A1 US 2016258668 A1 US 2017191732 A1 US 2018045453 A1 WO 2014085476 A1	05-06-2014 05-06-2014 08-09-2016 06-07-2017 15-02-2018 05-06-2014
20	DE 3110850	A1	30-09-1982	KEINE	
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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