

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.07.2023 Patentblatt 2023/29

(21) Anmeldenummer: **23151866.3**

(22) Anmeldetag: 17.01.2023

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24F 11/41 (2018.01) **F24F 11/42** (2018.01)
F24F 11/89 (2018.01) **F24F 11/43** (2018.01)
F25B 47/02 (2006.01) **F24F 7/00** (2021.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24F 11/41; F24F 11/42; F24F 11/43; F24F 11/89;
F24F 11/79; F24F 2007/005; F25B 30/02

(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: 17.01.2022 DE 102022100912

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

(72) Erfinder:

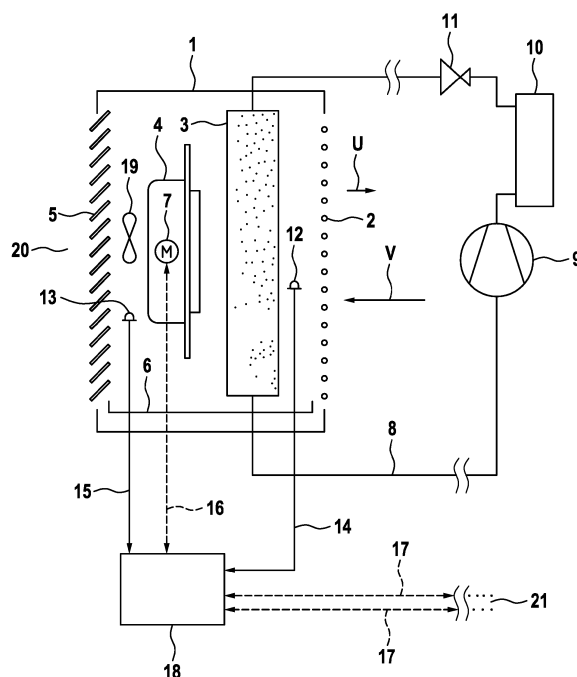
- **Lebernegg, Martin**
42855 Remscheid (DE)
- **Dziwak, Frank**
46244 Bottrop (DE)
- **Decker, Luis**
42105 Wuppertal (DE)

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

(54) **VERFAHREN ZUM ABTAUEN EINES LUFTEINTRITTSGITTERS EINES VERDAMPFERS EINER LUFT-WÄRMEPUMPE, VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS UND COMPUTERPROGRAMMPRODUKT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abtauen eines Lufteintrittsgitters (2) eines Verdampfers oder Wärmetauschers (3) einer Luft-Wärmepumpe, wobei bei und/oder nach einem Abtauen des Verdampfers oder Wärmetauschers (3) vor dessen Wiederabkühlung ein Umkehrluftstrom (U) durch den Verdampfer (3) zum Lufteintrittsgitter (2) hin und durch dieses hindurch erzeugt wird. Die Erfindung erlaubt es, ein Lufteintrittsgitter (2) vor einem Verdampfer oder Wärmetauscher (3), das durch Witterungsbedingungen und/oder Betrieb vereist ist, auch bei sehr niedrigen Umgebungstemperaturen unter dem Gefrierpunkt von Wasser und/oder ungünstigen Windverhältnissen abzutauen.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abtauen eines der Umgebungsluft ausgesetzten Lufteintrittsgitters eines Wärmetausches oder eines 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. Unter Umgebungsluft wird hier immer 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. Weiter betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt zur Ausführung eines Verfahrens zum Abtauen eines Verdampfers oder Wärmetauschers einer Luft-Wärmepumpe.

[0002] 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. Es ist daher üblich, vereiste Verdampfer oder Wärmetauscher bei Bedarf oder periodisch 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.

[0003] Trotzdem gibt es verschiedene geeignete Verfahren zum Enteisen des Verdampfers selbst, die auch unter schwierigen Bedingungen funktionieren. In manchen Fällen wird dazu eine elektrische Zusatzheizung eingeschaltet, die (irgendwo) Wärme in das System einspeist. Nicht einbezogen in die bisherigen Betrachtungen wurde jedoch ein typischerweise dem Verdampfer oder

Wärmetauscher vorgelagertes Lufteintrittsgitter. Da dieses sich oft nahe an dem Verdampfer oder Wärmetauscher befindet und sogar als erstes von möglicherweise feuchter Umgebungsluft durchströmt wird, kann auch ein solches Lufteintrittsgitter vereisen, was einerseits die Luftströmung zum Verdampfer oder Wärmetauscher behindert und andererseits zu Schäden führen kann. Auch gibt es lamellenartige verstellbare Eintrittsgitter, deren mechanische Funktion durch Vereisung beeinträchtigt werden kann. Gesonderte Einrichtungen zur Enteisung eines Lufteintrittsgitters sind bisher nicht üblich und auch schwer zu realisieren.

[0004] 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 und einer Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zum Abtauen bzw. zur Enteisung eines Lufteintrittsgitters eines Verdampfers oder Wärmetauschers einer Luft-Wärmepumpe sowie ein zugehöriges Computerprogrammprodukt umfassen. Dabei sollen zusätzliche bzw. umfangreiche Einrichtungen der Luft-Wärmepumpe nach Möglichkeit vermieden werden.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren und Vorrichtungen sowie 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.

[0006] Hierzu trägt ein Verfahren zum Abtauen eines Lufteintrittsgitters eines Verdampfers oder Wärmetauschers einer Luft-Wärmepumpe bei, 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.

[0007] Bisher wurde stets versucht, die Wärmeverluste an die Umgebungsluft beim Abtauen eines Verdampfers oder Wärmetauschers möglichst gering zu halten, um den Gesamtwirkungsgrad einer Anlage durch solche Vorgänge nicht zu sehr negativ zu beeinflussen. Dies bedeutet, dass beispielsweise ein Gebläse abgeschaltet und/oder der Zutritt von Umgebungsluft durch Klappen oder dergleichen möglichst weitgehend verringert wurde. So wurde die dem Verdampfer oder Wärmetauscher zugeführte Wärme praktisch nur für dessen Enteisung eingesetzt. Dabei wurde nicht berücksichtigt, dass je nach Witterungsbedingungen auch ein Lufteintrittsgitter vereisen kann und dann den Luftstrom erheblich behindert, was auch den Gesamtwirkungsgrad der Anlage langfristig beeinträchtigt, wenn keine Enteisung erfolgt.

[0008] Bei dem hier beschriebenen Verfahren wird jedoch nicht nur ein Luftstrom durch den Verdampfer oder Wärmetauscher verhindert, sondern während und/oder nach dem Abtauen des Verdampfers oder Wärmetau-

schers, also insbesondere dann, wenn dieser wärmer ist als die Umgebungsluft, ein Umkehrluftstrom vom Verdampfer bzw. Wärmetauscher durch das Lufteintrittsgitter erzeugt. Dieser Luftstrom sollte so limitiert sein, dass wenig(er) Wärme an die Umgebung abgegeben wird, aber dennoch das Eintrittsgitter erwärmt und abgetaut werden kann. Es wurde herausgefunden, dass ein Luftstrom von maximal 10%, vorzugsweise von unter 5%, des maximalen vorwärts gerichteten Luftstromes während des normalen Betriebes als Luft-Wärmepumpe hierfür ausreichen kann. Wind und andere Witterungsbedingungen können bei der Regelung dieses Luftstromes berücksichtigt werden.

[0009] Das Verfahren zum Abtauen des Lufteintrittsgitters kann automatisch an einen Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers gekoppelt sein. Es kann vorgesehen sein, dass der Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers zunächst startet und dann, ggf. nach einer sensorischen Prüfung von Umgebungsparametern und/oder einem vorbestimmten Zeitintervall, das Verfahren zum Abtauen des Lufteintrittsgitters eingeleitet wird. Es ist möglich, dass der Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers zunächst endet und dann, ggf. nach einer sensorischen Prüfung von Umgebungsparametern und/oder einem vorbestimmten Zeitintervall, das Verfahren zum Abtauen des Lufteintrittsgitters beendet wird. Es ist möglich, dass sich das Verfahren zum Abtauen des Lufteintrittsgitters und des Abtauprozesses des Verdampfers oder Wärmetauschers (nur) teilweise zeitlich überlagert, insbesondere kann vorgesehen sein, dass zumindest eine Zeitperiode vorliegt, in dem nur der Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers ausgeführt wird. Es ist möglich, dass erst der Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers abgeschlossen wird und (ggf. unmittelbar) danach das Abtauen des Lufteintrittsgitters initiiert (und noch später wieder beendet) wird. Insbesondere ist vorgesehen, dass nicht jeder Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers automatisch eine (zeitgleiche und/oder überlagernde) Durchführung des Abtauens des Lufteintrittsgitters erfolgt. Verfahren und Vorrichtungen sind insbesondere so eingerichtet, dass zu einem Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers wahlweise ein Abtauen des Lufteintrittsgitters initiiert oder unterlassen werden kann.

[0010] Das Abtauen des Lufteintrittsgitters umfasst einen gezielten bzw. ausreichend intensiven Wärmetransport vom Verdampfer oder Wärmetauscher (bzw. deren unmittelbarer Umgebung) hin zum Lufteintrittsgitter, der mittels des Umkehrluftstroms erfolgt. Der Umkehrluftstrom verläuft (anders als im Normalbetrieb der Luft-Wärmepumpe) von dem Verdampfer oder Wärmetauscher (bzw. deren unmittelbarer Umgebung) hin zum Lufteintrittsgitter. Das Lufteintrittsgitter stellt regelmäßig eine Abgrenzung zur Außenumgebung der Wärmepumpe dar, so dass der Umkehrluftstrom beim Abtauen des Lufteintrittsgitters zumindest teilweise durch das Lufteintrittsgitter in die Außenumgebung geleitet wird. Das Abtauen

des Lufteintrittsgitters ist insbesondere so ausgeführt, dass tatsächlich Eisaufbau abgetaut werden kann und nicht nur eine dünne Reifschicht.

[0011] Die vorstehend angesprochene sensorische Prüfung von Umgebungsparametern kann beispielsweise folgendes umfassen: Es wird gemessen und geprüft, ob aktuell ein vordefinierter Feuchte- und/oder Temperaturgrenzwert erreicht ist. Eine Messung erfolgt insbesondere über Temperatur- und/oder Feuchtesensoren, wobei deren Messsignale ausgewertet werden können. Ein Umkehrluftstrom kann z. B. (erst bzw. nur) dann aktiviert, wenn aufgrund der klimatischen Umgebungsbedingungen die Bildung von Frostformationen bzw. Eisaufbau am Lufteintrittsgitter wahrscheinlich sind, wie z. B. bei einer Lufttemperatur kleiner 7°C und/oder relativen Luftfeuchte größer 80% r. F..

[0012] Bevorzugt erfolgt zum bzw. beim Abtauen eine Umschaltung der Luft-Wärmepumpe, so dass dem Verdampfer Wärme zugeführt statt dort aus der Umgebungsluft entnommen wird. - Diese Umschaltung kann so lange beibehalten werden, bis auch das Lufteintrittsgitter (überwiegend oder sogar vollständig) abgetaut ist. Die Umschaltung, die bisher zum Abtauen des Verdampfers eingesetzt wurde, kann unter den meisten Bedingungen auch genug Wärme bereitstellen, um das Lufteintrittsgitter bei Bedarf mit abzutauen.

[0013] Alternativ oder additiv kann auch eine elektrische Heizung beim Abtauen eingesetzt werden, insbesondere bei Wärmetauschern oder nicht umschaltbaren Systemen. Das bedeutet insbesondere, dass für den Abtauprozess des Verdampfers oder Wärmetauschers eine elektrische Heizung bereitgestellt und aktiviert werden kann, die am Verdampfer oder Wärmetauscher eine Erhöhung der Temperatur (der Umgebungsluft) erzeugt, die dann von dem Umkehrluftstrom (teilweise) hin zum Lufteintrittsgitter transportiert wird.

[0014] 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.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform wird während des gesamten Abtauvorganges von Verdampfer oder Wärmetauscher und Lufteintrittsgitter ein Umkehrluftstrom vom Verdampfer oder Wärmetauscher zum Lufteintrittsgitter aufrechterhalten. Dies bedeutet eine Zeitersparnis gegenüber aufeinanderfolgenden Abtauvorgängen. Wenn der Luftstrom nur schwach ist und auch gegen und mit Wind in seiner Stärke durch eine geeignete Regelung aufrechterhalten wird, sind die durch den Umkehrluftstrom entstehenden Wärmeverlus-

te an die Umgebung gering.

[0016] 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.

[0017] Zur Erkennung der Notwendigkeit eines Abtauens des Lufteintrittsgitters und/oder eines während des Abtauens des Lufteintrittsgitters noch vorhandenen Vereisungsgrades bei schon abgetautem Verdampfer oder Wärmetauscher wird die Luftströmung durch den Verdampfer und/oder das Lufteintrittsgitter beobachtet und mit Referenzdaten verglichen. Hierzu können alle in einer (Luft-Wärmepumpen-) Anlage typischerweise ohnehin vorhandenen Sensoren herangezogen werden, die zur Beobachtung der Funktion der Luft-Wärmepumpe dienen. Wird der Luftstrom durch den Verdampfer direkt und/oder indirekt durch Sensoren erfasst, so kann nicht ohne Weiteres zwischen einer Vereisung des Verdampfers oder Wärmetauschers und einer des Lufteintrittsgitters unterschieden werden, da beide den Luftstrom behindern. Nach dem Abtauen des Verdampfers bzw. Wärmetauschers kann eine solche Behinderung aber nur noch vom Lufteintrittsgitter verursacht sein, so dass eine Vereisung dort dann erkannt werden kann. Das gleiche gilt für andere Messwerte, die erkennen lassen, ob die Luft-Wärmepumpe korrekt arbeitet. Bei charakteristischen Abweichungen von gespeicherten Referenzdaten (Kalibrierdaten) kann auf eine störende Vereisung des Lufteintrittsgitters geschlossen werden, insbesondere, wenn der Verdampfer oder Wärmetauscher gerade abgetaut wurde. Besonders hohe Sicherheit bei der Diagnose des Zustandes des Lufteintrittsgitters ist erreichbar durch einen Eintrittssensor zwischen Lufteintrittsgitter und Verdampfer bzw. Wärmetauscher, insbesondere einen Strömungssensor oder einen Drucksensor. Ein solcher kann auch besonders gut zur Regelung des Umkehrluftstromes genutzt werden.

[0018] Bei der bedarfsgerechten Erkennung der Notwendigkeit eines Abtauens des Lufteintrittsgitters kann eine (teilweise) Blockierung des Strömungsquerschnitts des Lufteintrittsgitters direkt oder indirekt durch geeignete Sensorik erkannt und dann bei Bedarf der Umkehrluftstrom aktiviert werden. Eine Sensorsignalauswertung und -bewertung kann von einem Steuergerät vorgenommen bzw. ausgeführt werden. Werden dabei zum Auswertzeitpunkt im Steuergerät hinterlegte Sensorsignalgrenzwerte unter- oder überschritten, erfolgt automatisch (ggf. zuerst eine Aktivierung der Abtauprozesses des Verdampfers oder Wärmetauschers und dann) ein Abtauen des Lufteintrittsgitters. Insbesondere kann eine Sensorsignalebewertung auch über die Zeit erfolgen (Trendbewertung) und eine Aktivierung Abtauen des Lufteintrittsgitters bei Erreichen definierter Schwellwerte erfolgen.

[0019] 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.

[0020] Eine indirekte Erkennung einer (teilweisen) Blockade des Lufteintrittsgitters kann durch Abnahme der Wärmeentzugsleistung über den Verdampfer/Wärmetauscher im Heizbetrieb erfolgen:

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

[0021] Bei manchen Anwendungsvarianten ist das Lufteintrittsgitter (hinsichtlich des frei durchströmbar Querschnitts und/oder der Durchströmungsrichtung) verstellbar und wird bei seinem Abtauen in eine Stellung gebracht, die dem Umkehrluftstrom einen höheren Strömungswiderstand entgegensetzt als bei vollständig geöffnetem Lufteintrittsgitter. Durch diese Maßnahme lässt sich dessen Abtauen beschleunigen, und Verluste an die Umgebung können ggf. auch geringgehalten werden.

[0022] Zur Lösung der Aufgabe trägt auch eine Vorrichtung zum Abtauen eines Lufteintrittsgitters eines Verdampfers oder Wärmetauschers einer Luft-Wärmepumpe bei, wobei dem Verdampfer oder Wärmetauscher mindestens ein in seiner Strömungsrichtung umkehrbares Gebläse und/oder ein separates Gebläse zugeordnet ist, welches eingerichtet ist, bei und/oder nach einem Enteisungsvorgang des Verdampfers oder Wärmetauschers einen Umkehrluftstrom durch den Verdampfer bzw. Wärmetauscher zum Lufteintrittsgitter zu erzeugen und aufrechtzuerhalten.

[0023] Bevorzugt kann dies durch ein in seiner Drehrichtung umschaltbares und regelbares Axialgebläse erreicht werden. Der Umkehrluftstrom kann gemessen und auf einen gewünschten Wert geregelt werden, wodurch auch unterschiedliche Windverhältnisse und Witterungsbedingungen ausgeglichen oder berücksichtigt werden

können.

[0024] Ist das Lufteintrittsgitter (mechanisch oder elektrisch) verstellbar, so kann es derart eingerichtet sein, dass es bei einem Abtauvorgang eine zumindest teilweise geschlossene Stellung einnimmt. Das bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass der Strömungsquerschnitt bzw. der (bei gleichen Umgebungsbedingungen) maximale Durchsatz durch das Lufteintrittsgitter reduziert wird/ist. Dadurch wird ein effektiveres Abtauen unter geringem Wärmeverlust an die Umgebung ermöglicht.

[0025] Vorzugsweise ist mindestens ein Sensor zur Messung mindestens eines Parameters einer Luftströmung durch Verdampfer oder Wärmetauscher und Lufteintrittsgitter vorhanden, aus dessen Messwert im Vergleich zu Referenzdaten (Kalibrierdaten) sich eine Vereisung des Lufteintrittsgitters feststellen lässt, zumindest bei gerade abgetautem Verdampfer bzw. Wärmetauscher. In einer typischen Luft-Wärmepumpe werden zur Regelung die Messwerte mehrerer Sensoren herangezogen, die auch Informationen über eine Vereisung von Verdampfer bzw. Wärmetauscher und Lufteintrittsgitter liefern. Es sind meist Sensoren für Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck und/oder Volumenstrom vor und/oder hinter dem Verdampfer oder Wärmetauscher vorhanden, aus deren Messwerten bzw. deren Vergleich mit Referenzdaten sich die Vereisung von Verdampfer bzw. Wärmetauscher oder (jedenfalls bei abgetautem Verdampfer) Lufteintrittsgitter ermitteln lässt. Auch Motorkenndaten eines Gebläses wie Leistungsaufnahme, Drehzahl etc. können zur Erkennung herangezogen werden. Eine unerwartet hohe Leistungsaufnahme und/oder ein unerwarteter Abfall des Wirkungsgrades der Luft-Wärmepumpe lassen z. B. auf eine Vereisung schließen.

[0026] Für die automatische oder bedarfsgerechte Aktivierung des Umkehrluftstroms bzw. Umkehrbetriebs kann je nach Ausprägung folgende Sensorik und/oder Aktorik vorgeschlagen werden:

- eine Lufttemperaturmessung vor/ hinter dem Verdampfer bzw. Wärmetauscher;
- eine Luftfeuchtemessung vor/ hinter dem Verdampfer bzw. Wärmetauscher;
- eine Luftdruckmessung vor/ hinter dem Verdampfer bzw. Wärmetauscher;
- eine Luftvolumenstrommessung vor/ hinter dem Verdampfer bzw. Wärmetauscher;
- eine Verwendung von Motorkenndaten des Gebläses wie z. B. dessen Leistungsaufnahme;
- ein zentrales Steuergerät, welches Sensordaten über eine geeignete Schnittstellenverbindung auslesen kann und über nachgelagerte Softwarefunktionen das Gebläse bzw. dessen Motor ansteuern kann;
- eine bidirektionale Verbindung zumindest einer Schnittstelle zwischen dem Gebläse bzw. dessen Motor und dem Steuergerät, um gleichzeitig den Empfang von relevanten Motordaten und als auch

die Ansteuerung des Motors durch das Steuergerät zu realisieren.

[0027] Bevorzugt ist ein Eintrittssensor für Druck und/oder Strömungsgeschwindigkeit (Volumenstrom) zwischen Lufteintrittsgitter und Verdampfer bzw. Wärmetauscher angeordnet. Eine solche direkte Messung lässt am leichtesten eine Diagnose des Zustandes des Eintrittsgitters zu.

[0028] Für Verdampfer und Lufteintrittsgitter von Luft-Wärmepumpen lässt sich die Erfindung besonders sinnvoll einsetzen, weil es bei diesen auf schnelle und effektive Abtau-Vorgänge gerade im Winter bei niedrigen Außentemperaturen ankommt, damit die eigentliche Funktion des Heizens zum Abtauen nicht lange unterbrochen werden muss und nicht zu viel zusätzliche (möglicherweise elektrische) Energie zum Abtauen eingesetzt werden muss. Auf die zum Abtauen eingesetzte Methode und Energie zum Erwärmen des Verdampfers kommt es jedoch für die Erfindung nicht an. Es sei erwähnt, dass die Erfindung auch für entfernt vom Verdampfer oder Wärmetauscher angeordnete Lufteintrittsgitter (und in Ausnahmefällen sinngemäß dann jedoch ohne Umkehrung des Luftstromes auch für Luftaustrittsgitter, denen aber kaum Vereisung droht) eingesetzt werden kann.

[0029] Weiter wird auch ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, umfassend Befehle, die bewirken, dass die beschriebenen Vorrichtungen mit geeigneten Mitteln die beschriebenen Verfahren ausführen. Insbesondere kann die Vorrichtung eine Steuerung oder einen Prozessor umfassen, der die Befehle des Computerprogrammproduktes umsetzen kann und so beispielsweise den Motor ansteuern kann. Dieses Computerprogrammprodukt kann in einer zentralen elektronischen Steuerung (oder als Update davon) eingesetzt werden, um alle Abläufe auf die beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtungen abzustimmen.

[0030] Die mit Bezug auf das Verfahren geschilderten Merkmale können gleichermaßen zur Beschreibung und weiteren Charakterisierung der Vorrichtung herangezogen werden, und umgekehrt.

[0031] 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.

[0032] Fig. 1 zeigt schematisch eine typische Anwendungsform der Erfindung. Diese tritt hauptsächlich bei Luft-Wärmepumpen mit Verdampfer auf, die hier als Beispiel verwendet wird. Es gibt aber andere Anwendungsfälle z. B. bei Luft-Sole-Wärmetauschern mit einer ähnlichen Problemstellung.

[0033] Ein Kältemittelkreislauf 8 entzieht der Umge-

bungsluft 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.

[0034] 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. Diese behindert den Wärmeübergang 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.

[0035] In vielen Fällen muss auch die Auffangwanne 6 beheizbar sein, um wiederum deren Vereisung zu verhindern. Diese gut bekannten und beherrschten Vorgänge, bei denen der Verdampfer 3 nach unterschiedlichen Methoden vorübergehend aufgewärmt wird, berücksichtigen bisher aber nicht, dass der Verdampfer 3 typischerweise in einem Verdampfergehäuse 1 (oder in einem geeigneten Aufstellraum) untergebracht ist, 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. (Grundsätzlich gilt das auch für einen Luftauslass 5, jedoch wird dieses beim Betrieb typischerweise von sehr trockener Luft durchströmt, weil Luftfeuchtigkeit am Verdampfer 3 zumindest teilweise bereits ausgefroren wurde, so dass sich ein Vereisungsproblem am Luftauslass 5 kaum stellt).

[0036] 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. Dies muss nicht unbedingt bei jedem Abtauvorgang erfolgen, sondern nur, wenn eine Analyse von Sensordaten Hinweise auf ein vereistes Lufteintrittsgitter 2 liefert.

[0037] 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 können Aussagen über die Vereisung 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.

[0038] Es können viele Informationen bei der Diagnose des Zustandes von Verdampfer 3 und Lufteinlassgitter 2 verwertet werden, insbesondere Daten über den jeweiligen Wirkungsgrad der Luft-Wärmepumpe im Vergleich zu einem erwarteten Wirkungsgrad unter gegebenen Bedingungen. Generell können in der Steuer- und Regeleinheit 18 Referenzwerte (Kalibrierdaten) gespeichert sein, mit denen tatsächlich gemessene Parameter verglichen werden können, um zu erkennen, ob eine Vereisung vorliegt, und wenn ja, ob sie am Verdampfer 3 und/oder am Lufteintrittsgitter 2 auftritt.

[0039] 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.

[0040] 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 Wetterschutzgitter 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.

[0041] Sollte tatsächlich auch der Luftauslass 5 einmal abgetaut werden müssen, so ist dies analog mit einem Luftstrom möglich, nur kann dies nicht gleichzeitig mit dem Abtauen des Lufteinlassgitters 2 erfolgen, sondern müsste vorher oder nachher erfolgen.

[0042] 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.

Bezugszeichenliste

[0043]

- | | | |
|----|---|--|
| 1 | Verdampfergehäuse | |
| 2 | Luft Eintrittsgitter | |
| 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 | |

- V Vorwärts gerichteter Luftstrom
U Umkehrluftstrom

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abtauen eines Luft Eintrittsgitters (2) eines Verdampfers oder Wärmetauschers (3) einer Luft-Wärmepumpe, wobei bei und/oder nach einem Abtauen des Verdampfers oder Wärmetauschers (3) vor dessen Wiederabkühlung ein Umkehrluftstrom (U) durch den Verdampfer (3) zum Luft Eintrittsgitter (2) hin und durch dieses hindurch erzeugt wird. 40
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Abtauen eine Umschaltung der Luft-Wärmepumpe erfolgt, so dass dem Verdampfer oder Wärmetauscher (3) Wärme zugeführt, statt dort aus der Umgebungsluft (20) entnommen wird und diese Umschaltung so lange beibehalten wird, bis auch das Luft Eintrittsgitter (2) abgetaut ist. 50
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei zur Erzeugung des Umkehrluftstromes (U) ein vorhandenes Gebläse (4) in seiner Strömungsrichtung (V, U) umgeschaltet oder ein separates Gebläse (19) eingeschaltet wird. 55
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei während des ge-

samten Abtauvorganges von Verdampfer oder Wärmetauscher (3) und Luft Eintrittsgitter (2) ein Umkehrluftstrom (U) vom Verdampfer oder Wärmetauscher (3) zum Luft Eintrittsgitter (2) aufrechterhalten wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Umkehrluftstrom (U) gerade eine solche Geschwindigkeit hat, dass die strömende Luft nach Durchlaufen des Luft Eintrittsgitters (2) 1 bis 10 K über dem Gefrierpunkt von Wasser dort liegt. 10
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zur Erkennung der Notwendigkeit eines Abtauens des Luft Eintrittsgitters (2) und/oder eines während des Abtauens des Luft Eintrittsgitters (2) noch vorhandenen Vereisungsgrades bei schon abgetautem Verdampfer oder Wärmetauscher (3) die Luftströmung (V, U) durch den Verdampfer oder Wärmetauscher (3) und das Luft Eintrittsgitter (2) beobachtet und mit Referenzdaten verglichen wird. 20
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Luft Eintrittsgitter (2) verstellbar ist und bei seinem Abtauen in eine Stellung gebracht wird, die dem Umkehrluftstrom (U) einen höheren Strömungswiderstand entgegensetzt als bei vollständig geöffnetem Luft Eintrittsgitter (2).
8. Vorrichtung zum Abtauen eines Luft Eintrittsgitters (2) eines Verdampfers oder Wärmetauschers (3) einer Luft-Wärmepumpe, wobei dem Verdampfer oder Wärmetauscher (3) mindestens ein in seiner Strömungsrichtung umkehrbares Gebläse (4) und/oder ein separates Gebläse (19) zugeordnet ist, welches eingerichtet ist, bei und/oder nach einem Einteilungsvorgang des Verdampfers oder Wärmetauschers (3) einen Umkehrluftstrom (U) durch den Verdampfer oder Wärmetauscher (3) zum Luft Eintrittsgitter (2) zu erzeugen. 30
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei das Luft Eintrittsgitter (2) verstellbar und dazu eingerichtet ist, bei einem Abtauvorgang eine zumindest teilweise geschlossene Stellung einzunehmen. 35
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei mindestens ein Sensor (12, 13) zur Messung mindestens eines Parameters einer Luftströmung durch Verdampfer oder Wärmetauscher (3) und Luft Eintrittsgitter (2) vorhanden ist, aus dessen Messwert im Vergleich zu Referenzdaten sich eine Vereisung des Luft Eintrittsgitters (2) feststellen lässt, zumindest bei gerade abgetautem Verdampfer oder Wärmetauscher (3). 40
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei ein Eintrittssensor (12) für Druck oder Strömungsgeschwindigkeit zwischen Luft Eintrittsgitter (2) und Verdampfer 45

oder Wärmetauscher (3) angeordnet ist.

12. Computerprogramprodukt umfassend Befehle, die bewirken, dass die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11 das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausführt. 5

10

15

20

25

30

35

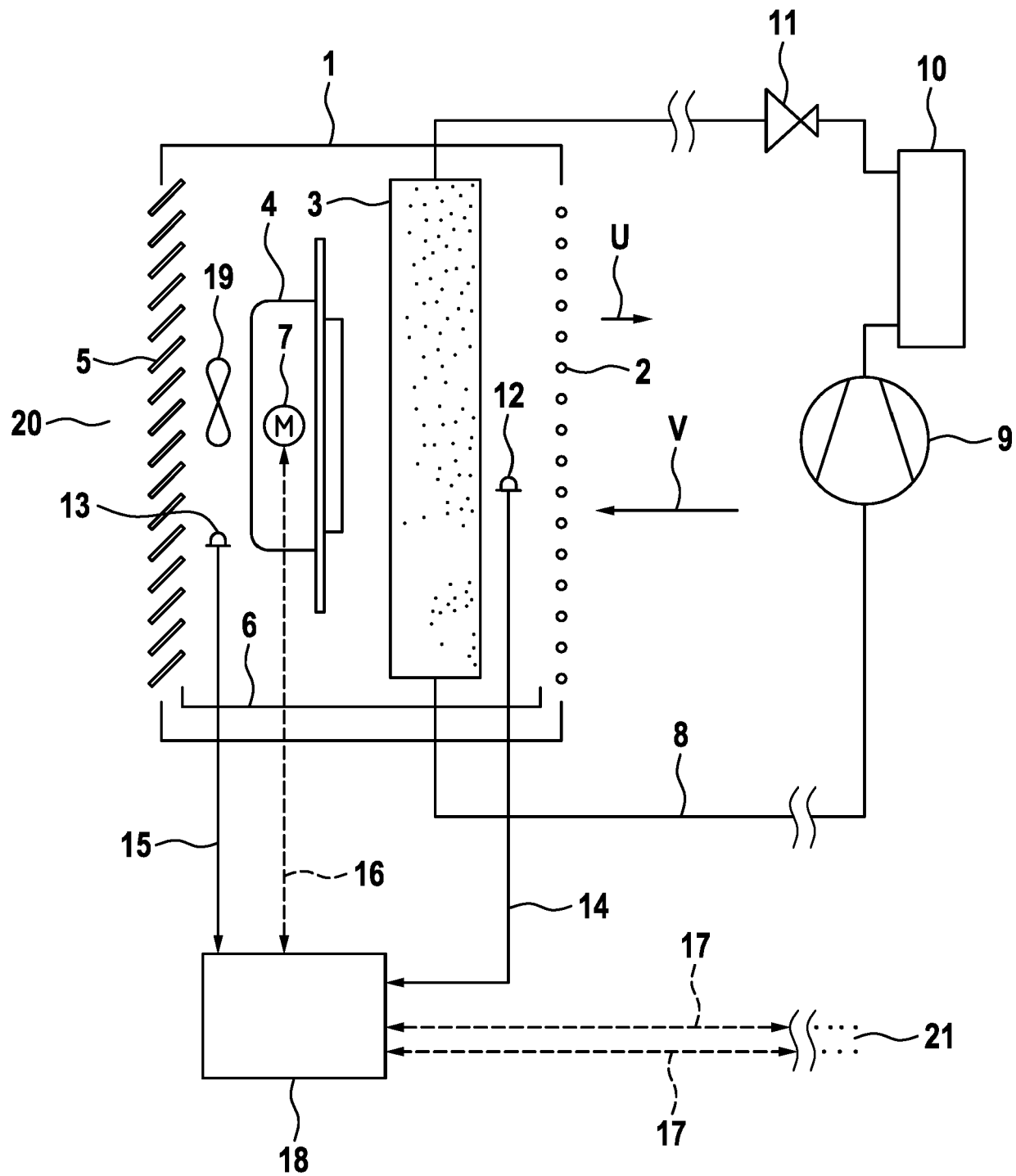
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 1866

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 0 027 604 A2 (CARRIER CORP [US]) 29. April 1981 (1981-04-29)	1-10, 12	INV. F24F11/41
A	* Seite 2, Zeilen 16-16 - Seite 6, Zeilen 6-26; Abbildungen 1-3 *	11	F24F11/42 F24F11/89 F24F11/43
	-----		F25B47/02 F24F7/00
X	EP 0 104 306 A1 (SIEMENS AG OESTERREICH [AT]) 4. April 1984 (1984-04-04)	1-10, 12	
A	* Seite 3, Zeilen 10-25; Abbildung 1 *	11	

X	CN 104 819 610 B (GUANGDONG MEDIA REFRIGERATION EQUIPMENT CO LTD; MIDEA GROUP CO LTD) 7. November 2017 (2017-11-07)	1, 8, 12	
	* Zusammenfassung; Abbildung 2 *		

X	EP 3 156 737 A1 (GD MIDEA HEATING & VENTILATING EQUIPMENT CO LTD [CN] ET AL.) 19. April 2017 (2017-04-19)	1, 8, 12	
	* Absatz [0028] - Absatz [0062]; Abbildungen 1-3 *		

X	JP S52 9262 U (NOT READABLE) 22. Januar 1977 (1977-01-22)	1, 8, 12	
	* Abbildungen 1-3 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. Mai 2023	Prüfer Valenza, Davide
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 15 1866

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.

11-05-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 0027604	A2	29-04-1981	CA	1121167 A	06-04-1982
				EP	0027604 A2	29-04-1981
				FR	2468088 A1	30-04-1981
				JP	S645717 Y2	13-02-1989
				JP	S5666662 A	05-06-1981
				JP	S6152174 U	08-04-1986
				US	4332137 A	01-06-1982
20	EP 0104306	A1	04-04-1984	AT	380100 B	10-04-1986
				EP	0104306 A1	04-04-1984
	CN 104819610	B	07-11-2017	KEINE		
25	EP 3156737	A1	19-04-2017	CN	104833060 A	12-08-2015
				EP	3156737 A1	19-04-2017
				US	2018209677 A1	26-07-2018
				WO	2016187923 A1	01-12-2016
30	JP S529262	U	22-01-1977	KEINE		
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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