

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Februar 2010 (11.02.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/015570 A2**

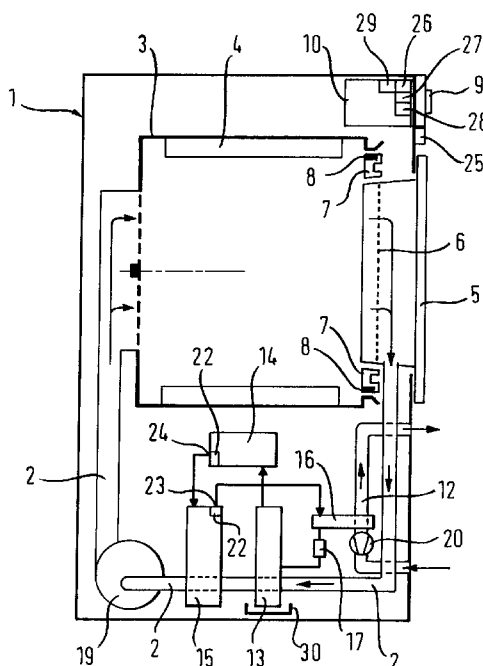
- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*D06F 58/20* (2006.01) *D06F 58/28* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/059915
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
31. Juli 2009 (31.07.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 041 019.5  
6. August 2008 (06.08.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH** [DE/DE]; Carl-Wery-Str. 34, 81739 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NAWROT, Thomas** [DE/DE]; Hampsteadstr.44, 14167 Berlin (DE). **NEHRING, Ulrich** [DE/DE]; Prinzregentenstr. 61, 10715 Berlin (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH**; 83 01 01, 81701 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONDENSATION DRYER WITH A HEAT PUMP AND RECOGNITION OF AN IMPERMISSIBLE OPERATING STATE AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: KONDENSATIONSTROCKNER MIT EINER WÄRMEPUMPE UND ERKENNUNG EINES UNZULÄSSIGEN BETRIEBSZUSTANDS SOWIE VERFAHREN ZU SEINEM BETRIEB

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a condensation dryer 1 with a drying chamber 3 for the objects to be dried, a process air circuit 2, a first fan 19 in the process air circuit 2, a heat pump 13, 14, 15, 17 in which a coolant circulates, an evaporator 13, a compressor 14, a condenser 15 and a throttle 17 as well as a temperature sensor 22 for measuring a temperature of the coolant, and a controller 10. The controller 10 comprises a first means 26 for comparing a temperature  $T_k$  of the coolant to an upper temperature limit  $T_k^{lim1}$  stored in the controller 10; second means 27 for shutting off the compressor 14 when  $T_k$  is greater than or equal to  $T_k^{lim1}$ , and for turning on the compressor 14 after a respective shut off; a counting device 28 for determining a number  $n$  of cases in which the compressor 14 has been shut off, said counting device 28 being incremented by 1 every time a shutoff occurs; and third means 29 for comparing the number  $n$  with a pre-determined limiting number  $n_{lim}$  stored in the controller 10 and for evaluating the difference  $\Delta n = (n - n_{lim})$  in relation to the existence of an impermissible operating state. The invention further relates to a method for operating the condensation dryer.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/015570 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

Die Erfindung betrifft einen Kondensationstrockner 1 mit einer Trocknungskammer 3 für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis 2, einem ersten Gebläse 19 im Prozessluftkreis 2, einer Wärmepumpe 13, 14, 15, 17, in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer 13, einem Kompressor 14, einem Verflüssiger 15 und einer Drossel 17, sowie einem Temperaturfühler 22 zum Messen einer Temperatur des Kältemittels und einer Steuerung 10. Die Steuerung 10 umfasst erste Mittel 26 zum Vergleich einer Temperatur  $T_k$  des Kältemittels mit einer für das Kältemittel in der Steuerung 10 gespeicherten oberen Grenztemperatur  $T_k^{lim1}$ ; zweite Mittel 27 für das Ausschalten des Kompressors 14, wenn  $T_k$  größer oder gleich  $T_k^{lim1}$  ist, und für das Einschalten des Kompressors 14 jeweils nach einem Abschalten; eine Zählvorrichtung 28 zur Ermittlung einer Anzahl  $n$  an Fällen, in denen der Kompressor 14 ausgeschaltet wird, welche Zählvorrichtung 28 in jedem Fall eines Ausschaltens um 1 inkrementiert wird; und dritte Mittel 29 zum Vergleich der Anzahl  $n$  mit einer in der Steuerung 10 gespeicherten vorgegebenen Grenzanzahl  $n_{lim}$  und zur Auswertung der Differenz  $\Delta n = (n - n_{lim})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen Betriebszustands. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb dieses Kondensationstrockners.

## 5      **Kondensationstrockner mit einer Wärmepumpe und Erkennung eines unzulässigen Betriebszustands sowie Verfahren zu seinem Betrieb**

Die Erfindung betrifft einen Kondensationstrockner mit einer Trocknungskammer für die  
10 zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis, einem ersten Gebläse im  
Prozessluftkreis, einer Wärmepumpe, in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem  
Verdampfer, einem Kompressor, einem Verflüssiger und einer Drossel, sowie einem  
Temperaturfühler zum Messen einer Temperatur des Kältemittels, und einer Steuerung,  
sowie ein bevorzugtes Verfahren zu seinem Betrieb.

15

Ein solcher Kondensationstrockner und ein Verfahren zu seinem Betrieb gehen hervor  
aus der DE 40 23 000 C2.

In einem Kondensationstrockner wird Luft (sogenannte Prozessluft) durch ein Gebläse  
20 über eine Heizung in eine feuchte Wäschestücke enthaltende Trommel als  
Trocknungskammer geleitet. Die heiße Luft nimmt Feuchtigkeit aus den zu trocknenden  
Wäschestücken auf. Nach Durchgang durch die Trommel wird die dann feuchte  
Prozessluft in einen Wärmetauscher geleitet, dem in der Regel ein Flusenfilter  
vorgesaltet ist. In einem Wärmetauscher (z.B. Luft-Luft-Wärmetauscher oder  
25 Wärmesenke einer Wärmepumpe) wird die feuchte Prozessluft abgekühlt, so dass das in  
der feuchten Prozessluft enthaltene Wasser kondensiert. Das kondensierte Wasser wird  
anschließend im Allgemeinen in einem geeigneten Behälter gesammelt und die  
abgekühlte und getrocknete Luft erneut der Heizung (die gegebenenfalls die Wärmequelle  
einer Wärmepumpe sein kann) und anschließend der Trommel zugeführt.

30

Dieser Trocknungsvorgang ist unter Umständen sehr energieintensiv, da der bei der  
Kühlung der Prozessluft im Wärmetauscher erwärmte Kühlluftstrom dem Prozess  
energetisch verloren gehen kann. Durch Einsatz einer Wärmepumpe lässt sich dieser  
Energieverlust deutlich reduzieren. Bei einem mit einer Wärmepumpe ausgestatteten  
35 Kondensationstrockner erfolgt die Kühlung der warmen, mit Feuchtigkeit beladenen  
Prozessluft im Wesentlichen in einer Wärmesenke der Wärmepumpe, wo die der  
Prozessluft entzogene Wärme beispielsweise zur Verdampfung eines im

5 Wärmepumpenkreis eingesetzten Kältemittels verwendet wird. Die in der Wärmesenke  
aufgenommene Wärme wird innerhalb der Wärmepumpe zu der Wärmequelle  
transportiert und dort – gegebenenfalls bei gegenüber der Temperatur an der  
Wärmesenke erhöhter Temperatur – wieder abgegeben. In einer Wärmepumpe, die mit  
einem Kältemittel als Wärmetransportmittel arbeitet, wobei das Kältemittel in der  
10 Wärmesenke verdampft und in der Wärmequelle verflüssigt wird, gelangt das verdampfte,  
gasförmige Kältemittel über einen Kompressor zu der Wärmequelle, die hier als  
Verflüssiger bezeichnet werden kann, wo aufgrund der Kondensation des gasförmigen  
Kältemittels Wärme freigesetzt wird, die zum Aufheizen der Prozessluft vor Eintritt in die  
Trommel verwendet wird. Das verflüssigte Kältemittel fließt schließlich durch eine Drossel  
15 zurück zum Verdampfer; die Drossel dient der Herabsetzung des Binnendrucks im  
Kältemittel, so dass dieses im Verdampfer unter erneutem Aufnehmen von Wärme  
verdampfen kann. Die Wärmepumpe, die solcherart mit einem zirkulierenden Kältemittel  
betrieben wird, ist auch als „Kompressor-Wärmepumpe“ bekannt. Andere Bauformen der  
Wärmepumpe sind ebenfalls bekannt.

20

Die DE 40 23 000 C2 offenbart einen Wäschetrockner mit einem Wärmepumpenkreis, bei  
dem im Prozessluftkanal zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer eine  
Zuluftöffnung angeordnet ist, die mit einer steuerbaren Verschlusseinrichtung  
verschließbar ist.

25

Die WO 2008/086933 A1 beschreibt einen Kondensationstrockner mit einer  
Trocknungskammer, einem Prozessluftkreis mit einer Heizung zur Erwärmung der  
Prozessluft und einem Gebläse, einem Luft-Luft-Wärmetauscher und einem  
Wärmepumpenkreis mit einem Verdampfer, einem Kompressor und einem Verflüssiger.  
30 Im Wärmepumpenkreis befindet sich zwischen Verflüssiger und Verdampfer ein  
zusätzlicher Wärmetauscher, der mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher funktionell gekoppelt  
ist. Die Temperatur des Kältemittels der Wärmepumpe, insbesondere im Verflüssiger,  
wird über die Steuerung von Wärmepumpe und zusätzlichem Wärmetauscher im  
zulässigen Bereich gehalten.

35

Die DE 40 34 274 A1 beschreibt einen Wäschetrockner und ein Verfahren zur  
Temperaturüberwachung bei einem Wäschetrockner, wobei der Wäschetrockner eine mit  
einer Heizung für Luft verbundene und zur Erfassung der Temperatur des Luftstromes

5 vorgesehene Thermostateinrichtung aufweist, die zur Abschaltung der Heizung bei  
Überschreitung eines Temperaturoberwertes sowie zur Wiederanschaltung der Heizung  
bei Unterschreitung eines Temperaturunterwertes eingerichtet ist, und eine mit der  
Thermostateinrichtung verbundene Überwachungsschaltung, um für eine Anzeigeeinheit  
10 ein von den Abschaltungen abhängiges Signal zu erzeugen. Die Überwachungsschaltung  
weist eine Zäblerschaltung zum Zählen der während eines Trocknungsvorganges  
erfolgenden Abschaltungen der Heizung auf, wobei die Zäblerschaltung mit der  
Anzeigeeinheit verbunden ist. Eine Dekodierschaltung kann ein Fehlersignal erzeugen,  
wenn eine bestimmte Anzahl von Abschaltungen erfolgt ist. Beispielsweise wird die  
Heizung des Wäschetrockners ausgeschaltet, wenn die Anzahl der Abschaltungen der  
15 Heizung einen Referenzwert überschreitet, und gleichzeitig eine Anzeigeeinheit  
angesteuert, über welche ein Benutzer erkennen oder hören kann, dass er das  
Flusensieb und/oder den Kondensator reinigen muss oder das Gebläse ausgefallen ist.

Die DE 197 28 197 A1 offenbart ein Verfahren zur Erkennung unzulässiger  
20 Betriebszustände in einem Wäschetrockner sowie einen Wäschetrockner mit einem  
solchen Erkennungsverfahren. Mit dem Verfahren soll es möglich sein, getrennt oder  
gemeinsam verschiedene Betriebszustände von zu hoher Temperatur zu erfassen,  
welche aus unterschiedlichen Bereichen herrühren. Hierzu wird die Temperatur im  
Zuluftstrom oberhalb einer Zuluftheizung und vor der Wäschetrommel periodisch erfasst,  
25 aus zwei aufeinanderfolgend erfassten Werten ein Differenzwert bzw. Gradient gebildet,  
dieser Differenzwert (Gradient) mit einem vorgegebenen Differenzwert (Gradient)  
verglichen, wobei, wenn der neu gebildete Differenzwert absolut größer als der  
vorgegebene Differenzwert ist, ein Zählwert um einen Schritt erhöht wird, dieser Zählwert  
mit einem vorgegebenen Zählwert verglichen wird, und, wenn der aktuelle Zählwert  
30 größer als der vorgegebene Zählwert ist, die Heizung des Wäschetrockners abgeschaltet  
und/oder eine Betriebszustandsanzeige aktiviert wird.

Der traditionell eingesetzte Luft-Luft-Wärmetauscher – im Kreuzbetrieb oder im  
Gegenstrombetrieb betrieben – und die elektrische Heizung sind im Allgemeinen komplett  
35 durch eine Wärmepumpe ersetzt. Dadurch kann im Vergleich zu einem Trockner mit Luft-  
Luft-Wärmetauscher und Widerstandsheizung eine Reduzierung des Energiebedarfs für  
einen Trocknungsprozess von 20 bis 50 % erreicht werden.

5 Eine Kompressor-Wärmepumpe arbeitet in der Regel optimal in bestimmten  
Temperaturbereichen im Verdampfer und im Verflüssiger. Problematisch bei der  
Anwendung einer Kompressor-Wärmepumpe im Kondensationstrockner ist die meist  
hohe Temperatur im Verflüssiger, die prozessbedingt dazu führen können, dass das  
Kältemittel nicht mehr oder nicht mehr vollständig verflüssigt werden kann; dann muss der  
10 Kompressor abgeschaltet werden und / oder eine erheblich verschlechterte Wirkung der  
Wärmepumpe in Kauf genommen werden. Dieses Problem ist noch größer, wenn der  
Kompressor durch eine Zusatzheizung im Prozessluftkreis unterstützt wird, um eine  
schnellere Aufheizung der Prozessluft und damit kürzere Trocknungszeiten zu erreichen.  
Überdies kann es aufgrund einer Verunreinigung der Luftwege zu einer Behinderung der  
15 zirkulierenden Prozessluft kommen. Dies kann ebenfalls zu einer Steigerung der  
Temperatur des Kältemittels führen. Derartige Betriebszustände können zu einer  
Schädigung der Wärmepumpe oder sonstiger Teile des Trockners führen und sind daher  
unzulässig.

20 In einem herkömmlichen Trockner wird ein unzulässiger Betriebszustand, beispielsweise  
eine verringerte Zirkulation der Prozessluft (Luftleistungsreduzierung), dadurch ermittelt,  
dass eine Temperatur im Prozessluftstrom oberhalb einer Heizung für die Prozessluft und  
vor der Trocknungskammer in regelmäßigen Abständen erfasst wird und jeweils aus zwei  
aufeinander folgend erfassten Werten ein Differenzwert gebildet wird, der einem zeitlichen  
25 Gradienten entspricht. Diese Information muss bei einem Trockner, der mit einer  
Wärmepumpe ausgestattet ist (Wärmepumpentrockner), im Allgemeinen in dieser Form  
nicht zur Verfügung stehen. Beispielsweise ist in einem Wärmepumpentrockner häufig die  
Wärmepumpe weiter von der Trocknungskammer entfernt als die Heizung in einem  
herkömmlichen Kondensationstrockner. Jedenfalls ist die Erkennung eines unzulässigen  
30 Betriebszustands in einem Kondensationstrockner, der mit einer Wärmepumpe  
ausgestattet ist, auf diese Weise nur ungenau möglich.

Aufgabe der Erfindung war daher die Bereitstellung eines Kondensationstrockners mit  
einer Wärmepumpe sowie eines Verfahrens zu seinem Betrieb, bei dem auf einfache  
35 Weise ein unzulässiger Betriebszustand erkannt werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe wird nach dieser Erfindung erreicht durch einen  
Kondensationstrockner mit den Merkmalen des entsprechenden unabhängigen

5 Patentanspruchs sowie das Verfahren des entsprechenden unabhängigen  
Patentanspruchs. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen  
Kondensationstrockners sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in  
entsprechenden abhängigen Patentansprüchen aufgeführt. Bevorzugten  
Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners entsprechen  
10 bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und umgekehrt,  
selbst wenn dies hierin nicht explizit erwähnt wird.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein Kondensationstrockner mit einer  
Trocknungskammer für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis, einem  
15 ersten Gebläse im Prozessluftkreis, einer Wärmepumpe, in der ein Kältemittel zirkuliert,  
mit einem Verdampfer, einem Kompressor, einem Verflüssiger und einer Drossel, sowie  
einem Temperaturfühler zum Messen einer Temperatur des Kältemittels und einer  
Steuerung, wobei die Steuerung erste Mittel zum Vergleich einer Temperatur  $T_K$  des  
Kältemittels mit einer für das Kältemittel in der Steuerung gespeicherten oberen  
20 Grenztemperatur  $T_K^{lim1}$ ; zweite Mittel für das Ausschalten des Kompressors, wenn  $T_K$   
größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist, und für das Einschalten des Kompressors jeweils nach einem  
Abschalten; eine Zählvorrichtung zur Ermittlung einer Anzahl  $n$  an Fällen, in denen der  
Kompressor ausgeschaltet wird, welche Zählvorrichtung in jedem Fall eines Ausschaltens  
um 1 inkrementiert wird; und dritte Mittel zum Vergleich der Anzahl  $n$  mit einer in der  
25 Steuerung gespeicherten vorgegebenen Grenzzahl  $n_{lim}$  und zur Auswertung der  
Differenz  $\Delta n = (n - n_{lim})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen  
Betriebszustands umfasst.

Der hierin verwendete Begriff „unzulässiger Betriebszustand“ ist breit auszulegen. Hiermit  
30 ist jeder Betriebszustand gemeint, der zu einer Beeinträchtigung eines  
Trocknungsprozesses und/oder zu einer Schädigung des Kondensationstrockners führen  
kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen  
35 Kondensationstrockners sind die zweiten Mittel eingerichtet für das Einschalten des  
Kompressors erst nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  jeweils nach einem  
Abschalten. Besonders bevorzugt ist dabei, dass der Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  größer ist  
als ein Zeitraum, innerhalb dessen jeweils nach einem Abschalten des Kompressors ein

5 Druckausgleich innerhalb der Wärmepumpe eintritt. Ein solcher Druckausgleich benötigt eine Zeit von etwa einer Minute; in dieser Zeit bauen sich Druckunterschiede ab, die durch die Wirkungen des Kompressors und der Drossel im Kältemittel zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer aufgebaut werden, wobei das Kältemittel im  
10 durch ein Abschalten eines Kompressors und den nachfolgenden Druckausgleich ein kritischer Betriebszustand der Wärmepumpe, welcher durch eine exzessiv hohe Temperatur im Bereich hohen Drucks gekennzeichnet ist, durch ein Abschalten des Kompressors schnell und wirkungsvoll beendet werden. Ganz besonders bevorzugt hat der Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  eine Länge von etwa drei Minuten.

15

Gemäß einer zusätzlichen bevorzugten Ausgestaltung des Kondensationstrockners sind die zweiten Mittel derart eingerichtet, dass jeweils nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  nach einem Abschalten des Kompressors zunächst ermittelt wird, ob  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist, dass der Kompressor nur erneut eingeschaltet  
20 wird, wenn  $T_K$  kleiner als  $T_K^{lim1}$  ist, und dass die Zählvorrichtung um 1 inkrementiert wird sowie das erneute Einschalten des Kompressors für einen weiteren Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  unterbleibt, wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist. Dabei sind in einem Fall, in dem auch das Abschalten des Kompressors nicht zu einer schnellen Beendigung des kritischen Betriebszustandes der Wärmepumpe führt, weitere  
25 Maßnahmen möglich, insbesondere ein verlängertes Abschalten des Kompressors, um weitere Zeit für den Abbau einer unerwünscht hohen Temperatur innerhalb der Wärmepumpe zu gewinnen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Kondensationstrockners befindet sich  
30 der Temperaturfühler am Ausgang des Verflüssigers oder am Ausgang des Kompressors.

Es ist überdies bevorzugt, wenn im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner in der Wärmepumpe ein zusätzlicher Wärmetauscher angeordnet ist. Hierbei ist in einer bevorzugten Ausführungsform der zusätzliche Wärmetauscher in einem Prozessluftkanal  
35 zwischen dem Verdampfer und dem Verflüssiger angeordnet. Alternativ ist der zusätzliche Wärmetauscher in einem Kühlluftkanal angeordnet, wobei in diesem Kühlluftkanal ein Luft-Luft-Wärmetauscher vorhanden sein kann.

5 Überdies umfasst der erfindungsgemäße Kondensationstrockner vorzugsweise ein zweites Gebläse zur Kühlung der Wärmepumpe. Das zweite Gebläse ist vorzugsweise in einem Kühlluftkanal und/oder der Umgebung des Kompressors angeordnet.

Der erfindungsgemäße Kondensationstrockner weist vorzugsweise ein akustisches und/oder optisches Anzeigemittel zur Anzeige eines unzulässigen Betriebszustands auf. Ein optisches Anzeigemittel kann beispielsweise ein Flüssigkristalldisplay sein, auf dem bestimmte Aufforderungen oder Hinweise angegeben sind. Es können zudem oder alternativ Leuchtdioden in einer oder mehreren Farben aufleuchten. Die Art der Anzeige eines unzulässigen Betriebszustandes kann von der Art des unzulässigen Betriebszustands abhängig sein.

Bei einem im Allgemeinen weniger kritischen ersten unzulässigen Betriebszustand könnte beispielsweise auf einem Flüssigkristalldisplay eine Aufforderung, die Luftwege im Kondensationstrockner zu reinigen, angegeben sein. Alternativ oder in Ergänzung hierzu könnte eine Leuchtdiode, beispielsweise in einer gelbroten Farbe, aufleuchten.

Bei einem zweiten unzulässigen Betriebszustand, der in der Regel kritisch ist, könnte beispielsweise auf einem Flüssigkristalldisplay ein Hinweis, dass der Trocknungsprozess unterbrochen wurde, der Kältemittelkreislauf überprüft und/oder ein Servicetechniker einzuschalten ist, angegeben sein. Alternativ oder in Ergänzung hierzu könnte eine Leuchtdiode, beispielsweise in einer tiefroten Farbe, aufleuchten.

Die Anzeige könnte auch über eine akustische Anzeige erfolgen, wobei unterschiedliche unzulässige Betriebszustände durch unterschiedliche Pieptöne angezeigt werden könnten.

Die Erwärmung der Prozessluft kann ausschließlich über den Verflüssiger der Wärmepumpe stattfinden. Es kann allerdings zusätzlich auch eine elektrische Heizung verwendet werden.

35

Wenn im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner neben der Wärmepumpe eine weitere Heizung eingesetzt wird, ist diese vorzugsweise eine Zweistufen-Heizung. Die

- 5 Steuerung dieser Heizung wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ebenfalls zur Regelung der Temperatur des Kältemittels herangezogen.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners mit einer Trocknungskammer für die zu trocknenden Gegenstände, einem  
10 Prozessluftkreis, einem ersten Gebläse im Prozessluftkreis, einer Wärmepumpe, in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer, einem Kompressor, einem Verflüssiger und einer Drossel, sowie einem Temperaturfühler zum Messen einer Temperatur des Kältemittels, und einer Steuerung, wobei die Steuerung erste Mittel zum Vergleich einer Temperatur  $T_K$  des Kältemittels mit einer für das Kältemittel in der Steuerung  
15 gespeicherten oberen Grenztemperatur  $T_K^{\text{lim1}}$ ; zweite Mittel für das Ausschalten des Kompressors, wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{\text{lim1}}$  ist, und für das Einschalten des Kompressors jeweils nach einem Abschalten; eine Zählvorrichtung zur Ermittlung einer Anzahl  $n$  an Fällen, in denen der Kompressor ausgeschaltet wird, welche Zählvorrichtung in jedem Fall eines Ausschaltens um 1 inkrementiert wird; und dritte Mittel zum Vergleich  
20 der Anzahl  $n$  mit einer in der Steuerung gespeicherten vorgegebenen Grenzzahl  $n_{\text{lim}}$  und zur Auswertung der Differenz  $\Delta n = (n - n_{\text{lim}})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen Betriebszustands umfasst, bei welchem Verfahren folgende Schritte erfolgen:

- (a) Setzen der Zählvorrichtung auf Null und Einschalten des Kompressors durch die  
25 zweiten Mittel beim Beginnen des Verfahrens;
- (b) zyklisch wiederholtes Messen einer Temperatur  $T_K$  des Kältemittels mittels des Temperaturfühlers und Vergleichen von  $T_K$  mittels der ersten Mittel mit einer in der Steuerung gespeicherten oberen Grenztemperatur  $T_K^{\text{lim1}}$ ;
- (c) Ausschalten des Kompressors durch die zweiten Mittel, wenn  $T_K$  größer oder  
30 gleich  $T_K^{\text{lim1}}$  ist;
- (d) Inkrementieren der Anzahl  $n$  in der Zählvorrichtung um den Wert 1 für jeden Fall, dass der Kompressor ausgeschaltet wird;
- (e) erneutes Einschalten des Kompressors durch die zweiten Mittel jeweils nach einem Abschalten;
- 35 (f) Vergleichen, mittels der dritten Mittel, der Anzahl  $n$  mit einer in der Steuerung gespeicherten vorgegebenen Grenzzahl  $n_{\text{lim}}$ ; und
- (a) Auswerten der Differenz  $\Delta n = (n - n_{\text{lim}})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen Betriebszustands.

5

Im Rahmen einer bevorzugten Weiterbildung dieses Verfahrens schalten die zweiten Mittel den Kompressor erst nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_V$  jeweils nach einem Abschalten erneut ein. Besonders bevorzugt ermitteln die zweiten Mittel (27) jeweils nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_V$  nach einem Abschalten des Kompressors (14) zunächst, ob  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{\text{lim}1}$  ist, wonach sie den Kompressor (14) nur dann erneut einschalten, wenn  $T_K$  kleiner als  $T_K^{\text{lim}1}$  ist, und wonach die Zählvorrichtung um 1 inkrementiert wird sowie das erneute Einschalten des Kompressors für einen weiteren Verzögerungszeitraum  $\Delta t_V$  unterbleibt, wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{\text{lim}1}$  ist. Während des Ablaufs des Verzögerungszeitraums bauen sich Druckunterschiede ab, die durch die Wirkungen des Kompressors und der Drossel im Kältemittel zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer aufgebaut werden, wobei das Kältemittel im Verflüssiger entspannt wird, so dass insbesondere seine Temperatur sinkt. Somit kann durch ein Abschalten eines Kompressors und den nachfolgenden Druckausgleich ein kritischer Betriebszustand der Wärmepumpe, welcher durch eine exzessiv hohe Temperatur im Bereich hohen Drucks gekennzeichnet ist, durch ein Abschalten des Kompressors schnell und wirkungsvoll beendet werden. Gegebenenfalls sind zur Beendigung eines kritischen Betriebszustandes der Wärmepumpe führt, weitere Maßnahmen möglich, insbesondere ein verlängertes Abschalten des Kompressors, um weitere Zeit für den Abbau einer unerwünscht hohen Temperatur innerhalb der Wärmepumpe zu gewinnen.

Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird für den Fall  $\Delta n$  größer oder gleich  $n^1$ , wobei  $n^1$  ein in der Steuerung gespeicherter vorgegebener Wert ist, ein erster unzulässiger Betriebszustand angezeigt wird. Dabei kann die Anzeige eines ersten unzulässigen Betriebszustands die Aufforderung, die Luftwege im Kondensationstrockner zu reinigen, umfassen. Weiter bevorzugt ist es, dass für den Fall  $\Delta n$  größer oder gleich  $n^2$ , wobei  $n^2$  ein in der Steuerung gespeicherter vorgegebener Wert ist, ein zweiter unzulässiger Betriebszustand angezeigt wird. Dabei kann neben der Anzeige eines zweiten unzulässigen Betriebszustands ein stattfindender Trocknungsprozess unterbrochen werden.

Im Allgemeinen gilt:  $n^2 > n^1$ .

- 5 Zur Regulierung der Temperatur des Kältemittels in der Wärmepumpe kann eine Kühlvorrichtung für die Wärmepumpe verwendet werden, die vorzugsweise ein zweites Gebläse umfasst. Das zweite Gebläse kann direkt zu einer Abkühlung von Komponenten der Wärmepumpe verwendet werden, insbesondere des Kompressors. Vorzugsweise sind jedoch das zweite Gebläse und ein zusätzlicher Wärmetauscher in einem
- 10 Kühlluftkanal angeordnet, wobei sich der zusätzliche Wärmetauscher in der Wärmepumpe befindet. Im Kühlluftkanal kann sich noch ein weiterer Luft-Luft-Wärmetauscher befinden. Vorzugsweise ist der ggf. vorhandene Luft-Luft-Wärmetauscher abnehmbar. Dies ist besonders vorteilhaft, da ein abnehmbarer Wärmetauscher leichter von Flusen gereinigt werden kann.
- 15 Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, wenn Prozessluft und Kühlluft bzw. Prozessluft und Kältemittel in der Wärmepumpe jeweils in einem Kreuz- bzw. Gegenstromverfahren durch die entsprechenden Wärmetauscher geführt werden.
- 20 Das im Wärmepumpenkreis verwendete Kältemittel ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe, die Propan, Kohlendioxid und fluorierte Kohlenwasserstoffverbindungen umfasst. Vorzugsweise kommt ein Kältemittel aus der Gruppe umfassend die bekannte Verbindungen oder Gemische R 134a, R152a, R407C und R410A zum Einsatz.
- 25 Die Wärmepumpe im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner weist neben Verdampfer, Verflüssiger und Kompressor in Fließrichtung des Kältemittels zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer eine Drossel, auch als Entspannungsventil oder Drosselventil bezeichnet, auf. Die Drossel kann insbesondere ein Ventil, eine Kapillare oder eine Blende sein.
- 30 Die Temperatur des Kältemittels der Wärmepumpe, insbesondere im Verflüssiger, wird erfindungsgemäß im Allgemeinen über die Steuerung der Wärmepumpe und ggf. einen zusätzlichen Wärmetauscher im zulässigen Bereich gehalten. Wenn sich beim erfindungsgemäßen Kondensationstrockner im Prozessluftkreis vor dem Eintritt in die
- 35 Trocknungskammer eine zusätzliche Heizung befindet, wird vorzugsweise die Steuerung der Wärmepumpe in Abstimmung mit der Steuerung der Heizung durchgeführt.

5 Da mit fortschreitendem Trocknungsgrad der im Kondensationstrockner zu trocknenden  
Gegenstände die notwendige Energie für das Trocknen abnimmt, ist es zweckmäßig, die  
Heizung entsprechend zu regeln, d.h. mit fortschreitendem Trocknungsgrad deren  
Heizleistung zu vermindern, um ein Gleichgewicht zwischen der zugeführten und der  
notwendigen Trocknungsenergie aufrecht zu erhalten.

10

Mit zunehmendem Trocknungsgrad der zu trocknenden Gegenstände, insbesondere  
Wäsche, wird somit eine geringere Heizleistung oder sogar eine zunehmende  
Kühlleistung der Wärmepumpe erforderlich. Insbesondere würde nach einer  
abgeschlossenen Trocknungsphase die Temperatur im Prozessluftkreis stark ansteigen.

15

Im Allgemeinen wird daher die Wärmepumpe und ggf. eine zusätzliche Heizung im  
Kondensationstrockner so geregelt, dass in der Trocknungskammer eine maximal  
zulässige Temperatur nicht überschritten wird.

20

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung  
von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen für den erfindungsgemäßen  
Kondensationstrockner und ein diesen Kondensationstrockner einsetzendes Verfahren.  
Dabei wird Bezug genommen auf die Figuren 1 bis 5.

25

Fig. 1 zeigt einen vertikalen Schnitt durch einen Kondensationstrockner gemäß einer  
ersten Ausführungsform;

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und der Wärmepumpe  
für die in Fig. 1 gezeigte erste Ausführungsform;

30

Fig. 3 zeigt einen vertikalen Schnitt durch einen Kondensationstrockner gemäß einer  
zweiten Ausführungsform, bei der eine zusätzliche Heizung und ein zusätzlicher Luft-Luft-  
Wärmetauscher verwendet werden;

35

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und der Wärmepumpe  
für die in Fig. 3 gezeigte zweite Ausführungsform; und

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und der Wärmepumpe  
für eine dritte Ausführungsform.

5

Figur 1 zeigt einen senkrecht geschnittenen Kondensationstrockner (im Folgenden mit „Trockner“ abgekürzt) gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, bei der die Heizung der Prozessluft ausschließlich über den Verflüssiger der Wärmepumpe erfolgt.

10 Der in Figur 1 dargestellte Trockner 1 weist eine um eine horizontale Achse drehbare Trommel als Trocknungskammer 3 auf, innerhalb welcher Mitnehmer 4 zur Bewegung von Wäsche während einer Trommeldrehung befestigt sind. Prozessluft wird mittels eines ersten Gebläses 19 durch eine Trommel 3 sowie eine Wärmepumpe 13,14,15,17 in einem Luftkanal 2 im geschlossenen Kreis geführt (Prozessluftkreis 2). Die in einem Verflüssiger

15 15 der Wärmepumpe 13,14,15,17 erwärmte Prozessluft wird nach Durchgang durch die Trommel 3 und Feuchtigkeitsaufnahme abgekühlt und nach Kondensation der in der Prozessluft enthaltenen Feuchtigkeit wieder durch den Verflüssiger 15 erwärmt. Dabei wird erwärmte Luft von hinten, d.h. von der einer Tür 5 gegenüberliegenden Seite der Trommel 3, durch deren gelochten Boden in die Trommel 3 geleitet, kommt dort mit der zu

20 trocknenden Wäsche in Berührung und strömt durch die Befüllöffnung der Trommel 3 zu einem Flusensieb 6 innerhalb einer die Befüllöffnung verschließenden Tür 5. Anschließend wird der Luftstrom in der Tür 5 nach unten umgelenkt und im Luftkanal 2 zum Verdampfer 13 einer Wärmepumpe 13,14,15,17 geführt, wo sie abgekühlt wird. Das sich dabei abscheidende Kondensat wird in einem Kondensat-Behälter 30 aufgefangen,

25 von wo aus es durch Entleeren oder Abpumpen entsorgt werden kann. Das im Verdampfer 13 verdampfte Kältemittel der Wärmepumpe wird über einen Kompressor 14 zum Verflüssiger 15 geleitet. Im Verflüssiger 15 verflüssigt sich das Kältemittel unter Wärmeabgabe an die Prozessluft. Das nun in flüssiger Form vorliegende Kältemittel wird anschließend zu einem zusätzlichen Wärmetauscher 16 geführt, der sich zusammen mit

30 einem zweiten Gebläse 20 in einem Kühlluftkanal 12 befindet, und von dort über ein Drosselventil 17 wiederum zum Verdampfer 13, wodurch der Kältemittelkreis geschlossen ist. Die Kühlluft wird der Raumluft entnommen und nach dem Wärmetausch wieder der Raumluft zugeführt.

35 Die Trommel 3 wird in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform am hinteren Boden mittels eines Drehlagers und vorne mittels eines Lagerschildes 7 gelagert, wobei die Trommel 3 mit einer Kreppe auf einem Gleitstreifen 8 am Lagerschild 7 aufliegt und so am vorderen

5 Ende gehalten wird. Die Steuerung des Kondensationstrockners erfolgt über eine Steuerung 10, die vom Benutzer über eine Bedieneinheit 9 geregelt werden kann.

Zusätzlich zur Steuerung 10 oder integriert in die Steuerung 10 umfasst der Kondensationstrockner 1 erste Mittel 26 zum Vergleich einer Temperatur  $T_K$  des  
10 Kältemittels mit einer für das Kältemittel in der Steuerung 10 gespeicherten oberen Grenztemperatur  $T_K^{lim1}$ ; zweite Mittel 27 für das Ausschalten des Kompressors 14, wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist; und ein erneutes Einschalten des Kompressors 14, und eine Zählvorrichtung 28 zur Ermittlung einer Anzahl  $n$  an Fällen, in denen der Kompressor 14 ausgeschaltet wird; und dritte Mittel 29 zum Vergleich der Anzahl  $n$  mit einer in der  
15 Steuerung 10 gespeicherten vorgegebenen Grenzzahl  $n_{lim}$  und zur Auswertung der Differenz  $\Delta n = (n - n_{lim})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen Betriebszustands.

23 bedeutet den Ausgang des Verflüssigers 15. 24 bedeutet den Ausgang des  
20 Kompressors 14. Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist jeweils ein Temperaturfühler 22 an den Ausgängen 23 und 24 angeordnet.

Ein optisches Anzeigemittel 25 dient zur Anzeige eines unzulässigen Betriebszustandes, wobei verschiedene Farben unterschiedliche unzulässige Betriebszustände anzeigen  
25 können.

Es sind die zweiten Mittel 27 eingerichtet für das Einschalten des Kompressors 14 erst nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  jeweils nach einem Abschalten. Dieser Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  ist insbesondere größer als ein Zeitraum, innerhalb dessen  
30 jeweils nach einem Abschalten des Kompressors 14 ein Druckausgleich innerhalb der Wärmepumpe 13,14,15,17 eintritt. Ein solcher Druckausgleich benötigt eine Zeit von etwa einer Minute; in dieser Zeit bauen sich Druckunterschiede ab, die durch die Wirkungen des Kompressors 14 und der Drossel 17 zwischen dem Verflüssiger 15 und dem Verdampfer 13 aufgebaut werden, wobei das Kältemittel im Verflüssiger 15 entspannt  
35 wird, so dass insbesondere seine Temperatur sinkt. Somit kann durch ein Abschalten des Kompressors 14 und den nachfolgenden Druckausgleich ein kritischer Betriebszustand der Wärmepumpe 13,14,15,17, welcher durch eine exzessiv hohe Temperatur im Bereich hohen Drucks gekennzeichnet ist, durch ein Abschalten des Kompressors 14 schnell und

5 wirkungsvoll beendet werden. Konkret hat der Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  eine Länge von etwa drei Minuten.

Weiter sind die zweiten Mittel 27 derart eingerichtet, dass jeweils nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  nach einem Abschalten des Kompressors 14 zunächst  
10 ermittelt wird, ob  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist, wonach der Kompressor 14 nur erneut eingeschaltet wird, wenn  $T_K$  kleiner als  $T_K^{lim1}$  ist, und wonach die Zählvorrichtung 28 um 1 inkrementiert wird sowie das erneute Einschalten des Kompressors 14 für einen weiteren Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  unterbleibt, wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist. Dabei sind in  
15 einem Fall, in dem auch das Abschalten des Kompressors 14 nicht zu einer schnellen Beendigung des kritischen Betriebszustandes der Wärmepumpe 13,14,15,17 führt, weitere Maßnahmen möglich, insbesondere ein verlängertes Abschalten des Kompressors 14, um weitere Zeit für den Abbau einer unerwünscht hohen Temperatur innerhalb der Wärmepumpe 13,14,15,17 zu gewinnen.

20  
Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und der Wärmepumpe für die in Fig. 1 gezeigte erste Ausführungsform. Während die Prozessluft im geschlossenen Prozessluftkreis 2 und das Kältemittel im geschlossenen Kreislauf der Wärmepumpe 13,14,15,17 geführt wird, wird die mittels des zweiten Gebläses 20 zur  
25 Kühlung im zusätzlichen Wärmetauscher 16 verwendete Luft der Raumluft entnommen und nach Durchgang durch den zusätzlichen Wärmetauscher 16 wieder der Raumluft zugeführt.

Figur 3 zeigt einen senkrecht geschnittenen Kondensationstrockner (im Folgenden mit  
30 „Trockner“ abgekürzt) gemäß einer zweiten Ausführungsform, bei der sich ein zusätzlicher Wärmetauscher sowohl in der Wärmepumpe als auch im Kühlluftkanal eines Luft-Luft-Wärmetauschers befindet. Außerdem wird bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform eine zusätzliche Heizung verwendet.

35 Der in Figur 3 dargestellte Trockner 1 weist eine um eine horizontale Achse drehbare Trommel als Trocknungskammer 3 auf, innerhalb welcher Mitnehmer 4 zur Bewegung von Wäsche während einer Trommeldrehung befestigt sind. Prozessluft wird mittels eines ersten Gebläses 19 über eine Heizung 18, durch eine Trommel 3, einen Luft-Luft-

5 Wärmetauscher 11,12 sowie eine Wärmepumpe 13,14,15,17 in einem Luftkanal 2 im  
geschlossenem Kreis geführt (Prozessluftkreis 2). Nach Durchgang durch die Trommel 3  
wird die feuchte, warme Prozessluft abgekühlt und nach Kondensation der in der  
Prozessluft enthaltenen Feuchtigkeit wieder erwärmt. Dabei wird von der Heizung 18 bzw.  
dem Verflüssiger 15 erwärmte Luft von hinten, d.h. von der einer Tür 5  
10 gegenüberliegenden Seite der Trommel 3, durch deren gelochten Boden in die Trommel 3  
geleitet, kommt dort mit der zu trocknenden Wäsche in Berührung und strömt durch die  
Befüllöffnung der Trommel 3 zu einem Flusensieb 6 innerhalb einer die Befüllöffnung  
verschließenden Tür 5. Anschließend wird der Luftstrom in der Tür 5 nach unten  
umgelenkt und von dem Luftkanal 2 zum Luft-Luft- Wärmetauscher 11,12 geleitet. Dort  
15 kondensiert infolge Abkühlung die von der Prozessluft aus den Wäschestücken  
aufgenommene Feuchtigkeit zumindest teilweise und wird im Kondensat-Behälter 21  
aufgefangen, von dem aus sie entsorgt werden kann. Anschließend wird die etwas  
abgekühlte Prozessluft zum Verdampfer 13 einer Wärmepumpe 13,14,15,17 geführt, wo  
sie weiter abgekühlt wird, wobei das dort anfallende Kondensat im Kondensat-Behälter 30  
20 aufgefangen wird, von dem aus es durch Entleeren oder Abpumpen entsorgt werden  
kann. Das im Verdampfer 13 verdampfte Kältemittel der Wärmepumpe wird über einen  
Kompressor 14 zum Verflüssiger 15 geleitet. Im Verflüssiger 15 verflüssigt sich das  
Kältemittel unter Wärmeabgabe an die Prozessluft. Das nun in flüssiger Form vorliegende  
Kältemittel wird anschließend zu einem zusätzlichen Wärmetauscher 16 geführt, der sich  
25 im Kühlluftkanal 12 des Luft-Luft-Wärmetauschers 11,12 zwischen diesem und einem  
zweiten Gebläse 20 befindet, und von dort über ein Drosselventil 17 wiederum zum  
Verdampfer 13, wodurch der Kältemittelkreis geschlossen ist. Die Kühlluft wird der  
Raumluft entnommen und nach Durchgang durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 11,12  
wieder der Raumluft zugeführt.

30

Die Trommel 3 wird in der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform am hinteren Boden mittels  
eines Drehlagers und vorne mittels eines Lagerschildes 7 gelagert, wobei die Trommel 3  
mit einer Klemme auf einem Gleitstreifen 8 am Lagerschild 7 aufliegt und so am vorderen  
Ende gehalten wird. Die Steuerung des Kondensationstrockners erfolgt über eine  
35 Steuerung 10, die vom Benutzer über eine Bedieneinheit 9 geregelt werden kann.

Zusätzlich zur Steuerung 10 oder integriert in die Steuerung 10 umfasst der  
Kondensationstrockner 1 erste Mittel 26 zum Vergleich einer Temperatur  $T_K$  des

5 Kältemittels mit einer für das Kältemittel in der Steuerung 10 gespeicherten oberen  
Grenztemperatur  $T_K^{lim1}$ ; zweite Mittel 27 für das Ausschalten des Kompressors 14, wenn  
 $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist; und für das Einschalten des Kompressors 14, und eine  
Zählvorrichtung 28 zur Ermittlung einer Anzahl  $n$  an Fällen, in denen der Kompressor 14  
ein- oder ausgeschaltet wird; und dritte Mittel 29 zum Vergleich der Anzahl  $n$  mit einer in  
10 der Steuerung 10 gespeicherten vorgegebenen Grenzzahl  $n_{lim}$  und zur Auswertung der  
Differenz  $\Delta n = (n - n_{lim})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen  
Betriebszustands.

23 bedeutet den Ausgang des Verflüssigers 15. 24 bedeutet den Ausgang des  
15 Kompressors 14. Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform ist jeweils ein  
Temperaturfühler 22 an den Ausgängen 23 und 24 angeordnet. Ein optisches  
Anzeigemittel 25 dient zur Anzeige eines unzulässigen Betriebszustandes.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und der Wärmepumpe  
20 für die in Fig. 3 gezeigte zweite Ausführungsform. Während die Prozessluft im  
geschlossenen Prozessluftkreis 2 und das Kältemittel im geschlossenen Kreislauf der  
Wärmepumpe 13,14,15 geführt wird, wird die zur Kühlung im Luft-Luft-Wärmetauscher  
11,12 verwendete Luft der Raumluft entnommen, über das zweite Gebläse 20 nach  
Durchgang durch den zusätzlichen Wärmetauscher 16 zum Luft-Luft-Wärmetauscher  
25 11,12 geleitet und anschließend wieder der Raumluft zugeführt.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und der Wärmepumpe  
für eine dritte Ausführungsform. Bei dieser Ausführungsform ist der zusätzliche  
Wärmetauscher 16 im Kühlluftkanal 12 auf der dem Luft-Luft-Wärmetauscher 11,12  
30 abgewandten Seite des zweiten Gebläses 20 angeordnet. Der Wärmetauscher 16  
befindet sich somit im Ansaugbereich der Kühlluft.

Die Erfindung hat den Vorteil, dass der Betrieb eines Kondensationstrockners auf  
einfache und wirkungsvolle Weise überwacht werden kann. Unzulässige  
35 Betriebszustände können sicher angezeigt werden, so dass geeignete  
Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. Die Wärmepumpe und insbesondere deren  
Verflüssiger können in einem optimalen Temperaturbereich arbeiten. Dies ermöglicht den  
Betrieb des Kondensationstrockners mit einer besonders günstigen Energiebilanz.

- 5 Außerdem wird die Wärmepumpe geschont. In jedem Falle ist in einem solchen Kondensationstrockner die Erkennung eines unzulässigen Betriebszustandes auf einfache Weise möglich; es kann somit leicht und umgehend für Abhilfe gesorgt oder ein Betrieb unter kritischen Bedingungen verhindert werden.

5

## PATENTANSPRÜCHE

1. Kondensationstrockner (1) mit einer Trocknungskammer (3) für die zu trocknenden  
10 Gegenstände, einem Prozessluftkreis (2), einem ersten Gebläse (19) im  
Prozessluftkreis (2), einer Wärmepumpe (13,14,15,17), in der ein Kältemittel  
zirkuliert, mit einem Verdampfer (13), einem Kompressor (14), einem Verflüssiger  
(15) und einer Drossel (17), sowie einem Temperaturfühler (22) zum Messen einer  
15 Temperatur des Kältemittels und einer Steuerung (10), **dadurch gekennzeichnet**,  
dass die Steuerung (10) erste Mittel (26) zum Vergleich einer Temperatur  $T_K$  des  
Kältemittels mit einer für das Kältemittel in der Steuerung (10) gespeicherten oberen  
Grenztemperatur  $T_K^{lim1}$ ; zweite Mittel (27) für das Ausschalten des Kompressors  
(14), wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist, und für das Einschalten des Kompressors  
20 (14) jeweils nach einem Abschalten; eine Zählvorrichtung (28) zur Ermittlung einer  
Anzahl  $n$  an Fällen, in denen der Kompressor (14) ausgeschaltet wird, welche  
Zählvorrichtung (28) in jedem Fall eines Ausschaltens um 1 inkrementiert wird; und  
dritte Mittel (29) zum Vergleich der Anzahl  $n$  mit einer in der Steuerung (10)  
gespeicherten vorgegebenen Grenzzahl  $n_{lim}$  und zur Auswertung der Differenz  $\Delta n$   
25  $= (n - n_{lim})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen Betriebszustands  
umfasst.
2. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
30 zweiten Mittel (27) eingerichtet sind für das Einschalten des Kompressors (14) erst  
nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  jeweils nach einem Abschalten.
3. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der  
35 Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  größer ist als ein Zeitraum, innerhalb dessen jeweils  
nach einem Abschalten des Kompressors (14) ein Druckausgleich innerhalb der  
Wärmepumpe (13,14,15,17) eintritt.

35

- 5 4. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  eine Länge von etwa drei Minuten hat.
- 10 5. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (27) derart eingerichtet sind, dass jeweils nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  nach einem Abschalten des Kompressors (14) zunächst ermittelt wird, ob  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{\text{lim1}}$  ist, dass der Kompressor (14) nur erneut eingeschaltet wird, wenn  $T_K$  kleiner als  $T_K^{\text{lim1}}$  ist, und dass die Zählvorrichtung um 1 inkrementiert wird sowie das erneute Einschalten des
- 15 Kompressors für einen weiteren Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  unterbleibt, wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{\text{lim1}}$  ist.
- 20 6. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Temperaturfühler (22) am Ausgang (23) des Verflüssigers (15) oder am Ausgang (24) des Kompressors (14) befindet.
- 25 7. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass in der Wärmepumpe (13,14,15,17) ein zusätzlicher Wärmetauscher (16) angeordnet ist.
8. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Wärmetauscher (16) in einem Prozessluftkanal (11) zwischen dem Verdampfer (13) und dem Verflüssiger (15) angeordnet ist.
- 30 9. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Wärmetauscher (16) in einem Kühlluftkanal (12) angeordnet ist.
- 35 10. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er ein zweites Gebläse (20) zur Kühlung der Wärmepumpe (13,14,15,17) umfasst.

- 5 11. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das  
zweite Gebläse (20) in einem Kühlluftkanal (12) und/oder der Umgebung des  
Kompressors (14) angeordnet ist.
- 10 12. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass er ein akustisches und/oder optisches Anzeigemittel (25) zur  
Anzeige eines unzulässigen Betriebszustands aufweist.
- 15 13. Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners (1) mit einer  
Trocknungskammer (3) für die zu trocknenden Gegenstände, einem  
Prozessluftkreis (2), einem ersten Gebläse (19) im Prozessluftkreis (2), einer  
Wärmepumpe (13,14,15,17), in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer  
(13), einem Kompressor (14), einem Verflüssiger (15) und einer Drossel (17), sowie  
einem Temperaturfühler (22) zum Messen einer Temperatur des Kältemittels, und  
einer Steuerung (10), wobei die Steuerung (10) erste Mittel (26) zum Vergleich einer  
20 Temperatur  $T_K$  des Kältemittels mit einer in der Steuerung (10) gespeicherten  
oberen Grenztemperatur  $T_K^{lim1}$ ; zweite Mittel (27) für das Ausschalten des  
Kompressors (14), wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist, und für das Einschalten des  
Kompressors (14) jeweils nach einem Abschalten; eine Zählvorrichtung (28) zur  
Ermittlung einer Anzahl  $n$  an Fällen, in denen der Kompressor (14) ausgeschaltet  
25 wird, welche Zählvorrichtung (28) in jedem Fall eines Ausschaltens um 1  
inkrementiert wird; und dritte Mittel (29) zum Vergleich der Anzahl  $n$  mit einer in der  
Steuerung (10) gespeicherten vorgegebenen Grenzzahl  $n_{lim}$  und zur Auswertung  
der Differenz  $\Delta n = (n - n_{lim})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen  
Betriebszustands umfasst,
- 30 **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
- (g) Setzen der Zählvorrichtung (28) auf Null und Einschalten des Kompressors (14)  
durch die zweiten Mittel (27) beim Beginnen des Verfahrens;
- (h) zyklisch wiederholtes Messen einer Temperatur  $T_K$  des Kältemittels mittels des  
Temperaturfühlers (22) und Vergleichen von  $T_K$  mittels der ersten Mittel (26) mit  
35 einer für das Kältemittel in der Steuerung (10) gespeicherten oberen  
Grenztemperatur  $T_K^{lim1}$ ;
- (i) Ausschalten des Kompressors (14) durch die zweiten Mittel (27), wenn  $T_K$   
größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist;

- 5 (j) Inkrementieren der Anzahl  $n$  in der Zählvorrichtung (28) um den Wert 1 für jeden Fall, dass der Kompressor (14) ausgeschaltet wird;
- (k) erneutes Einschalten des Kompressors (14) durch die zweiten Mittel (27) jeweils nach einem Abschalten;
- 10 (l) Vergleichen, mittels der dritten Mittel (29), der Anzahl  $n$  mit einer in der Steuerung (10) gespeicherten vorgegebenen Grenzanzahl  $n_{lim}$ ; und
- (m) Auswerten der Differenz  $\Delta n = (n - n_{lim})$  in Hinblick auf das Vorhandensein eines unzulässigen Betriebszustands.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (27)
- 15 den Kompressor (14) erst nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  jeweils nach einem Abschalten erneut einschalten.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (27)
- 20 jeweils nach Ablauf eines Verzögerungszeitraums  $\Delta t_v$  nach einem Abschalten des Kompressors (14) zunächst ermitteln, ob  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist, dass sie den Kompressor (14) nur erneut einschalten, wenn  $T_K$  kleiner als  $T_K^{lim1}$  ist, und dass die Zählvorrichtung um 1 inkrementiert wird sowie das erneute Einschalten des Kompressors für einen weiteren Verzögerungszeitraum  $\Delta t_v$  unterbleibt, wenn  $T_K$  größer oder gleich  $T_K^{lim1}$  ist.
- 25
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall  $\Delta n$  größer oder gleich  $n^1$ , wobei  $n^1$  ein in der Steuerung (10) gespeicherter vorgegebener Wert ist, ein erster unzulässiger Betriebszustand angezeigt wird.
- 30 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige eines ersten unzulässigen Betriebszustands die Aufforderung, die Luftwege im Kondensationstrockner zu reinigen, umfasst.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass für
- 35 den Fall  $\Delta n$  größer oder gleich  $n^2$ , wobei  $n^2$  ein in der Steuerung (10) gespeicherter vorgegebener Wert ist, ein zweiter unzulässiger Betriebszustand angezeigt wird.

- 5 19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass neben der Anzeige eines zweiten unzulässigen Betriebszustands ein stattfindender Trocknungsprozess unterbrochen wird.

Fig. 1

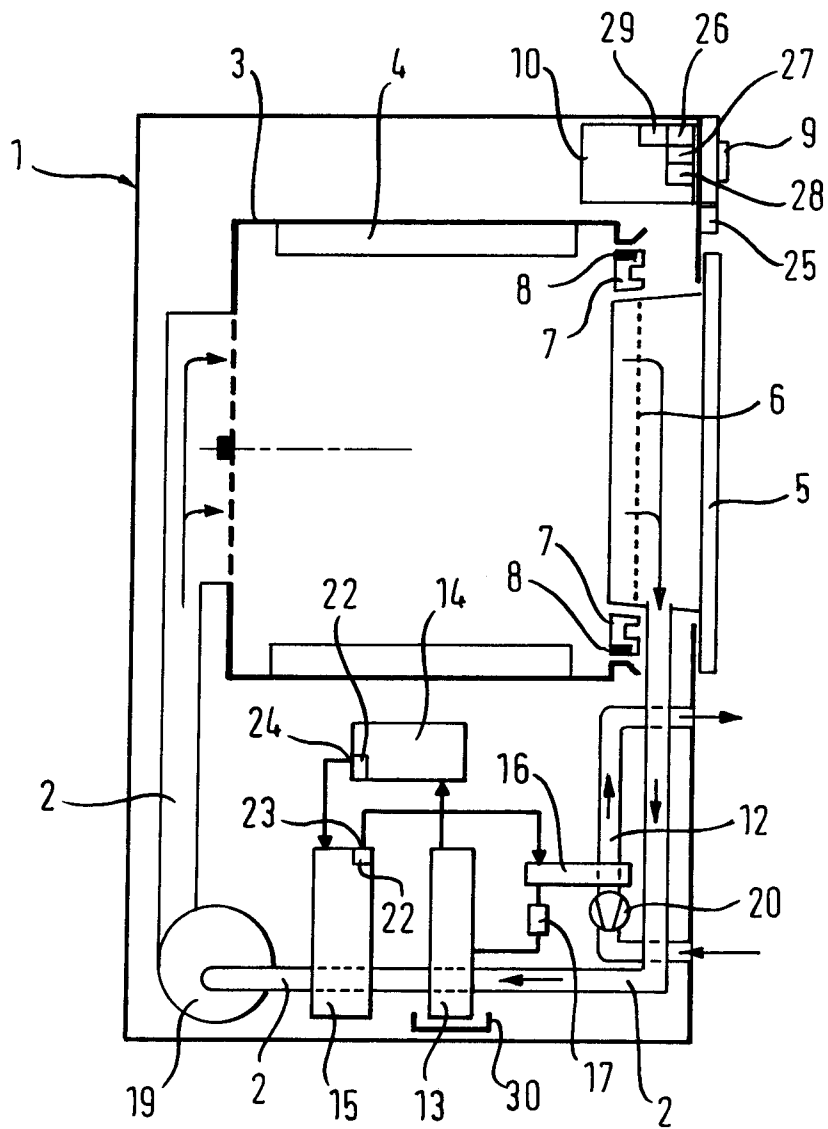


Fig. 2

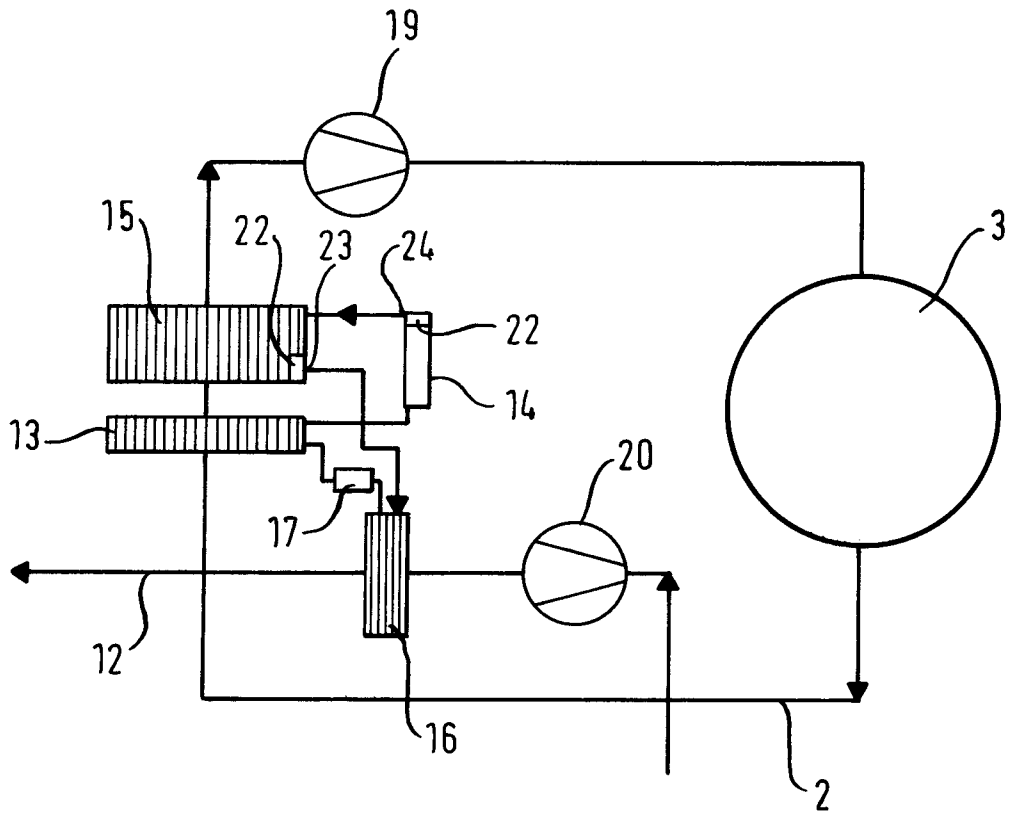


Fig. 3

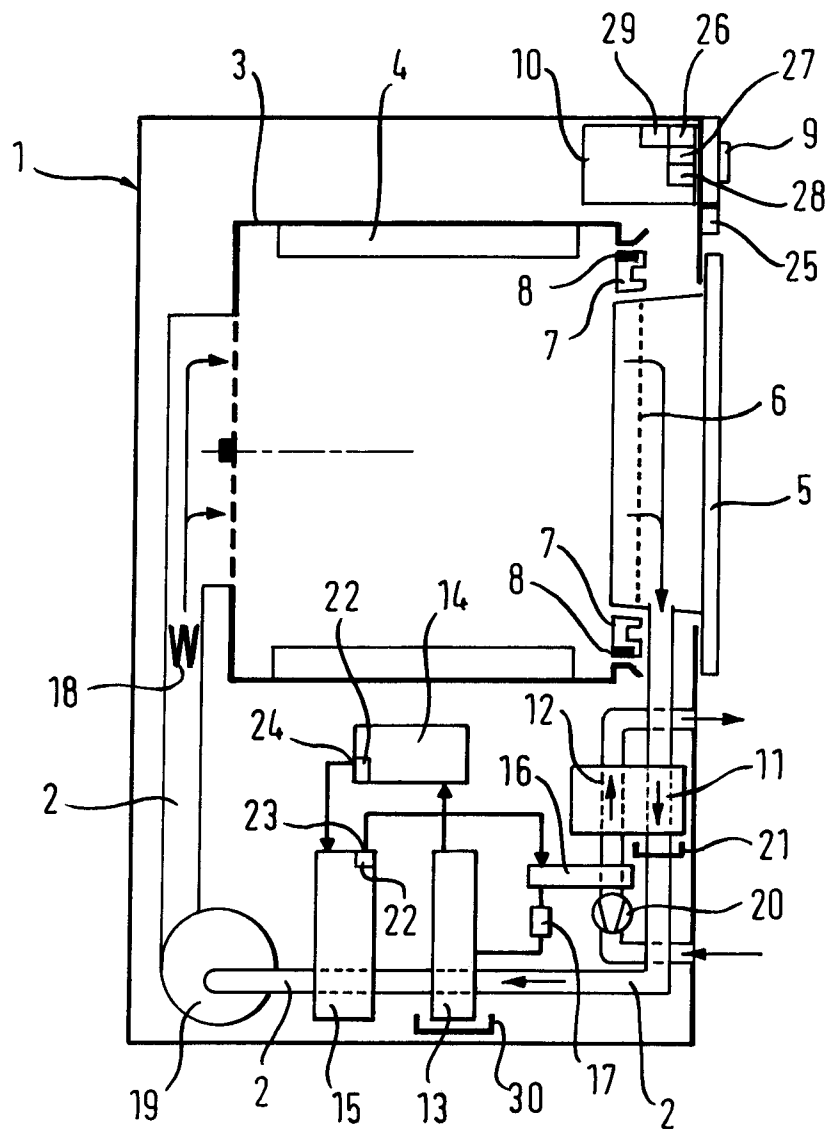


Fig. 4

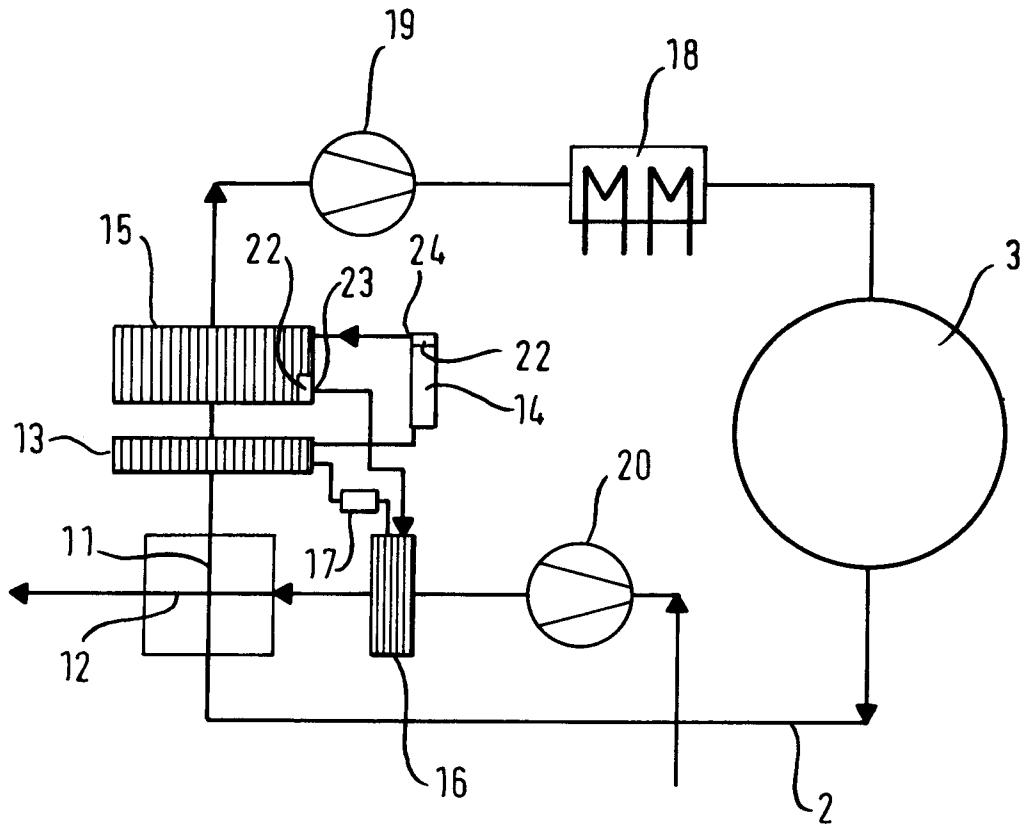


Fig. 5

