



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.01.2015 Patentblatt 2015/04**

(51) Int Cl.:  
**F25B 13/00** (2006.01) **F25B 30/02** (2006.01)  
**F25B 49/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14170062.5**

(22) Anmeldetag: **27.05.2014**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder:  
• **Eklund, Gunnar**  
**57392 Tranas (SE)**  
• **Lundborg, Jonny**  
**57334 Tranas (SE)**  
• **Johansson, Markus**  
**57397 Tranas (SE)**  
• **Gustafsson, Kjell**  
**58336 Linköping (SE)**  
• **Akerstedt, Andreas**  
**57338 Tranas (SE)**

(30) Priorität: **16.07.2013 DE 102013213885**  
**17.07.2013 DE 102013214059**

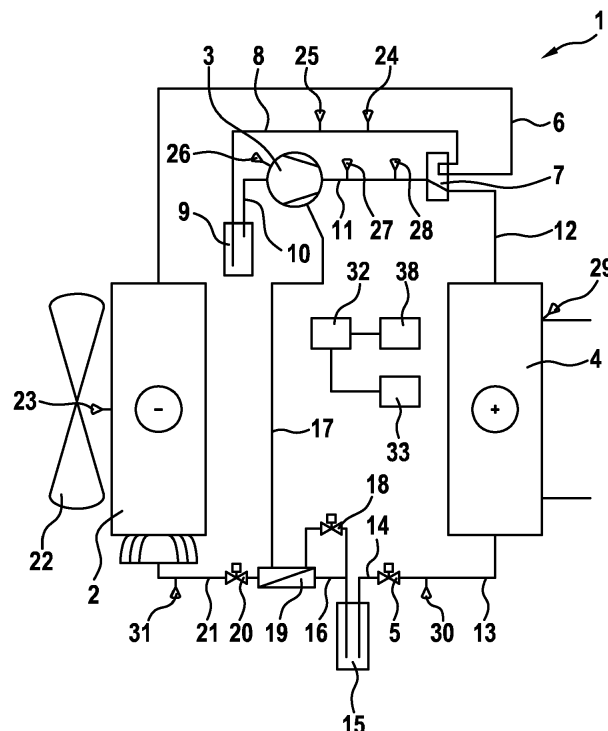
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(54) **Verfahren zum Steuern einer Wärmepumpe**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Wärmepumpe mit einem Kompressor, einem Kondensator, einer Drossel und einem Verdampfer, wobei die Temperatur des Kompressors erfasst wird und ab-

hängig von der Temperatur des Kompressors eine Funktion der Wärmepumpe gesteuert wird. Zudem betrifft die Erfindung ein Steuergerät und eine Wärmepumpe.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Wärmepumpe gemäß Patentanspruch 1, ein Steuergerät gemäß Patentanspruch 12 und eine Wärmepumpe gemäß Patentanspruch 13.

### Stand der Technik

**[0002]** Im Stand der Technik ist es aus DE 10 2007 038 614 A1 bekannt, eine Wärmepumpe zu überwachen. Bei dem bekannten Verfahren wird ein Kompressionskältekreis mit zumindest einem Verdichter, einem Kondensator, einer Drossel und einem Verdampfer in der Weise überwacht, dass der Druck auf der Hochdruckseite zwischen Verdichter und Drossel erfasst wird, die Siedetemperatur auf der Hochdruckseite als Funktion des Drucks auf der Hochdruckseite und des Kältemediums berechnet wird, die Temperatur zwischen Kondensator und Drossel erfasst wird, die Temperaturdifferenz zwischen der Siedetemperatur auf der Hochdruckseite und der Temperatur zwischen Kondensator und Drossel gebildet wird, und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz einen vorgegebenen Grenzwert erstmals unterschreitet, ein Fehlerstatus aktiviert wird, und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz den vorgegebenen Grenzwert wiederholt mit einer vorgegebenen Anzahl unterschreitet, der Kompressionskältekreislauf abgeschaltet wird.

### Offenbarung der Erfindung

**[0003]** Die Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zum Steuern einer Wärmepumpe bereitzustellen.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Weiterhin wird die Aufgabe der Erfindung durch das Steuergerät gemäß Patentanspruch 12 und durch die Wärmepumpe gemäß Patentanspruch 13 gelöst.

**[0005]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0006]** Im Folgenden wird unter Wärmepumpe kontextabhängig auch eine reversible Wärmepumpe, eine Kältemaschine oder eine Kälteanlage verstanden. Ein Kältemedium wird auch ein Kältemittel genannt.

**[0007]** Ein Vorteil des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass die Temperatur des Kompressors erfasst wird und abhängig von der Temperatur des Kompressors eine Funktion der Wärmepumpe gesteuert wird. Auf diese Weise kann eine effiziente Steuerung der Wärmepumpe erreicht werden. Insbesondere kann eine Überlastung des Kompressors oder eine Beschädigung des Kompressors vermieden werden. Die Temperatur des Kompressors kann beispielsweise dazu verwendet werden, um einen Start des Kompressors zu unterbinden, wenn die Temperatur des Kompressors unter einem ersten Grenzwert liegt. Auf diese Weise wird eine Be-

schädigung des Kompressors vermieden. Abhängig von der gewählten Ausführungsform sollte die Temperatur des Kompressors mindestens einen vorgegebenen Wert höher sein als die Temperatur der Umgebung. Beispielsweise dürften 10°C als Differenz zwischen der Umgebungstemperatur und der Temperatur des Kompressors ausreichen.

**[0008]** In einer weiteren Ausführungsform wird abhängig von der Temperatur des Kompressors ein Öffnungsquerschnitt der Drossel festgelegt, insbesondere ein Öffnungsquerschnitt der Drossel begrenzt. Auf diese Weise kann eine weitere Abkühlung des Kompressors vermieden werden. Die Überwachung der Temperatur des Kompressors weist z.B. den Vorteil auf, dass ein Lösen des Kältemediums der Wärmepumpe im Öl des Kompressors vermieden wird. Das Kältemedium kann sich im Öl des Kompressors lösen, wenn das Öl des Kompressors zu kalt ist. Durch die Aufnahme des Kältemediums im Öl werden die Eigenschaften des Öls beeinträchtigt, insbesondere kann die Schmierfähigkeit des Öls reduziert werden.

**[0009]** In einer weiteren Ausführungsform wird ein Betreiben des Kompressors unterbunden, wenn die Temperatur des Kompressors unter einem zweiten Grenzwert liegt. Auch durch diese Funktion wird eine Fehlfunktion des Kompressors vermieden.

**[0010]** In einer weiteren Ausführungsform wird die Temperatur des Kältemediums in Strömungsrichtung vor dem Kompressor erfasst, und die Förderleistung des Kompressors wird abhängig von dem erfassten Wert gesteuert. Beispielsweise kann die Förderleistung des Kompressors reduziert oder der Kompressor abgeschaltet werden, wenn die Temperatur des Kältemediums unter einem vorgegebenen Wert liegt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Kompressor nicht durch flüssiges Kältemedium beschädigt wird.

**[0011]** In einer weiteren Ausführungsform wird die Temperatur des Kältemediums in Strömungsrichtung nach dem Kompressor erfasst und abhängig von dem erfassten Wert wird die Förderleistung des Kompressors gesteuert, insbesondere die Förderleistung reduziert bzw. der Kompressor abgeschaltet. Beispielsweise wird die Förderleistung des Kompressors reduziert, wenn der erfasste Temperaturwert unter einem vorgegebenen Grenzwert liegt. Auch auf diese Weise wird die Gefahr der Beschädigung des Kompressors reduziert.

**[0012]** Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann zusätzlich zum erfassten Wert eine Zeitdauer vorgesehen sein, während der der erfasste Wert der Temperatur unter dem vorgegebenen Grenzwert liegen muss, bevor ein Eingriff in die Funktion des Kompressors, insbesondere eine Reduzierung der Förderleistung des Kompressors oder ein Abschalten des Kompressors erfolgt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass kurzzeitige unkritische Temperaturschwankungen nicht zu einem Eingriff in die Funktion des Kompressors führen.

**[0013]** In einer weiteren Ausführungsform werden Sensoren, insbesondere Temperatursensoren, die zur

Erfassung der Temperatur des Kompressors dienen, in Bezug auf eine Fehlfunktion überwacht. Wird eine Fehlfunktion festgestellt, so wird wenigstens ein Fehlersignal ausgegeben und/oder der Kompressor wird abgeschaltet. Damit kann eine Fehlfunktion der Wärmepumpe oder eine Beschädigung des Kompressors vermieden werden.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsform wird ein Drehmoment des Kompressors überwacht, wobei bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes ein Fehlersignal erzeugt und/oder die Leistung des Kompressors wenigstens beschränkt wird. Vorzugsweise wird der Kompressor bei Überschreiten des Grenzwertes abgeschaltet. Diese Vorgehensweise verhindert eine Beschädigung des Kompressors bei Auftreten eines zu großen Drehmomentes.

**[0015]** In einer weiteren Ausführungsform wird das Drehmoment des Kompressors bei einer Startphase des Kompressors überwacht. Diese Situation kann beispielsweise auftreten, wenn der Kompressor vereist ist. Bei einem vereisten Kompressor sollte ein Start vermieden werden. Die Startphase wird abgebrochen, wenn das Drehmoment des Kompressors über einem vorgegebenen Wert liegt. Auf diese Weise wird eine Überlastung oder eine Beschädigung des Kompressors während der Startphase sicher vermieden. In einer weiteren Ausführungsform wird das Betreiben des Kompressors unterbunden und ein Fehlersignal ausgegeben, wenn mehr als eine vorgegebene Anzahl von abgebrochenen Startphasen erfolgt sind. Somit wird eine unnötige Wiederholung von Startphasen vermieden. Dadurch wird der Kompressor nicht unnötig belastet.

**[0016]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Wärmepumpe, und

Figur 2 ein Diagramm für einen Arbeitskreislauf der Wärmepumpe.

**[0017]** Die Erfindung wird im folgenden am Beispiel einer Wärmepumpe erläutert. Die Erfindung ist jedoch ebenfalls auf eine reversible Wärmepumpe, eine Kältemaschine oder Kälteanlage entsprechend anwendbar.

**[0018]** Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung einen Aufbau einer Wärmepumpe 1. Die Wärmepumpe 1 weist einen Verdampfer 2, einen Kompressor 3, einen Kondensator 4 und eine Drossel 5 auf. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Ausgang des Verdampfers 2 über eine erste Leitung 6 an ein Schaltventil 7 angeschlossen. In der dargestellten Schaltposition des Schaltventils 7 ist die erste Leitung 6 über eine zweite Leitung 8 mit einem Abscheider 9 verbunden. Der Abscheider 9 ist vorgesehen, um Flüssigkeit aus dem Kältemedium abzuscheiden. Der Abscheider 9 ist über eine dritte Leitung 10 mit einem Eingang des Kompressors 3 verbunden. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann auch auf den Abscheider 9 verzichtet

werden. Ein Ausgang des Kompressors 3 steht über eine vierte Leitung 11 mit dem Schaltventil 7 in Verbindung. Die vierte Leitung 11 ist in der dargestellten Schaltposition des Schaltventils 7 mit einer fünften Leitung 12 verbunden, die zu einem Eingang des Kondensators 4 geführt ist. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann auf das Schaltventil 7 verzichtet werden, wobei die Leitungen entsprechend direkt miteinander verbunden sind. Ein Ausgang des Kondensators 4 ist über eine sechste Leitung 13 an die Drossel 5 angeschlossen. Die Drossel 5 ist vorzugsweise als steuerbare Drossel mit variablem Öffnungsquerschnitt ausgebildet. Ein Ausgang der Drossel 5 ist über eine siebte Leitung 14 mit einem Reservoir 15 für flüssiges Kältemedium verbunden. Das Reservoir 15 ist über eine achte Leitung 16 über ein erstes Ventil 18 an eine Einspritzleitung 17 angeschlossen. Die Einspritzleitung 17 ist mit dem Kompressor 3 verbunden und ausgebildet, um Kältemedium des Kreislaufes dem Kompressor 3 zuzuführen bzw. der Kompressor 3 ist ausgebildet, um über die Einspritzleitung 17 Kältemedium anzusaugen. Zudem ist eine Bypassleitung 19 vorgesehen, über die die achte Leitung 16 an ein zweites Ventil 20 angeschlossen ist. Das zweite Ventil 20 ist über eine neunte Leitung 21 an einen Eingang des Verdampfers 2 angeschlossen. Dem Verdampfer 2 ist ein Gebläse 22 zugeordnet.

**[0019]** Am Verdampfer 2 ist ein erster Temperatursensor 23 vorgesehen. In der zweiten Leitung 8 sind ein zweiter Temperatursensor 24 und ein erster Drucksensor 25 vorgesehen. Weiterhin ist am Kompressor ein dritter Temperatursensor 26 vorgesehen, der vorzugsweise mit einem Ölreservoir des Kompressors 3 in Verbindung steht. Zudem ist ein zweiter Drucksensor 27 und ein vierter Temperatursensor 28 an der vierten Leitung 11 vorgesehen.

**[0020]** Am Kondensator 4 ist ein fünfter Temperatursensor 29 vorgesehen. An der sechsten Leitung 13 ist ein sechster Temperatursensor 30 vorgesehen. An der neunten Leitung 21 ist ein siebter Temperatursensor 31 vorgesehen. Weiterhin ist ein Steuergerät 32 vorgesehen, das mit den Temperatursensoren 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31 und mit den Drucksensoren 25, 27 in Verbindung steht. Zusätzlich stehen die steuerbaren Ventile 18, 20, die steuerbare Drossel 5 und das Schaltventil 7 mit dem Steuergerät 32 in Verbindung. Weiterhin steht das Steuergerät 32 mit dem Kompressor 3 in Verbindung, wobei das Steuergerät 32 ausgebildet ist, um den Kompressor 3 zu starten, mit einer wählbaren Förderleistung zu betreiben, das Drehmoment des Kompressors zu begrenzen und/oder die Förderleistung des Kompressors zu reduzieren bzw. den Kompressor abzuschalten. Weiterhin kann das Gebläse 22 in der Leistung regelbar sein und die Leistung vom Steuergerät 32 vorgegeben werden können. In der dargestellten Schaltposition des Schaltventils 7 wird über den Verdampfer 2 Wärme aufgenommen und über den Kondensator 4 Wärme abgegeben.

**[0021]** Das Steuergerät 32 ist ausgebildet, um die Wär-

mepumpe 1 in einem inversen Zustand zu schalten. Dazu schaltet das Steuergerät 32 das Schaltventil 7 in eine zweite Schaltposition um, in der die fünfte Leitung 12 mit der zweiten Leitung 8 verbunden ist und die erste Leitung 6 mit der vierten Leitung 11 verbunden ist. In dem zweiten Schaltzustand des Schaltventils 7 wird der Verdampfer 2 als Kondensator und der Kondensator 4 als Verdampfer betrieben. Der inverse Zustand wird beispielsweise eingesetzt, um einen vereisten Kondensator 4 aufzuwärmen und zu enteisen.

**[0022]** Der Kreislauf der Wärmepumpe 1 ist mit dem Kältemedium gefüllt. Das Kältemedium wird im Verdampfer 2 durch Aufnahme von Wärme beispielsweise aus der Luft über eine Bestromung durch das Gebläse 22 aufgeheizt und in ein gasförmiges Kältemedium überführt, das über die erste Leitung 6, das Schaltventil 7 und die zweite Leitung 8 einem Eingang des Kompressors 3 zugeführt wird. In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist vor dem Eingang des Kompressors 3 der Abscheider 9 vorgesehen, der Flüssigkeit aus dem Kältemedium abscheidet bzw. das gasförmige Kältemedium weiter trocknet, bevor das gasförmige Kältemedium über die dritte Leitung 10 in den Kompressor 3 gelangt. Auf den Abscheider 9 kann gemäß dem beschriebenen Verfahren auch verzichtet werden und die zweite Leitung 8 direkt mit der dritten Leitung 10 und damit mit dem Eingang des Kompressors 3 verbunden werden.

**[0023]** Der Kompressor 3 verdichtet das gasförmige Kältemedium und gibt das verdichtete, erhitzte gasförmige Kältemedium über die vierte Leitung 11, das Schaltventil 7 und die fünfte Leitung 12 an den Kondensator 4 weiter. Im Kondensator 4 kondensiert das gasförmige Kältemedium und gibt dabei Wärme ab. Das kondensierte, abgekühlte und flüssige Kältemedium wird vom Kondensator 4 über die sechste Leitung 13 an die Drossel 5 geführt. Nach der Drossel 5 entspannt sich das gasförmige Kältemedium. Nach der Drossel 5 wird das verflüssigte Kältemedium über die siebte Leitung 14 dem Reservoir 15 zugeführt. Im Reservoir 15 ist ein Vorratsvolumen an flüssigem Kältemedium vorgesehen. Das flüssige Kältemedium wird über die achte Leitung 16 und das zweite Ventil 20 und die neunte Leitung 21 dem Verdampfer 2 zugeführt. Ist das erste Ventil 18 durch das Steuergerät 32 geöffnet, so kann flüssiges Kältemedium über die Einspritzleitung 17 dem Kompressor 3 zugeführt werden. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann auf die Einspritzleitung 17 auch verzichtet werden.

**[0024]** Der erste Temperatursensor 23 ist vorgesehen, um die Umgebungstemperatur im Bereich des Verdampfers 2 zu erfassen und an das Steuergerät 32 weiterzuleiten. Der zweite Temperatursensor 24 ist vorgesehen, um die Temperatur des gasförmigen Kältemediums im Ansaugbereich des Kompressors zu erfassen. Der dritte Temperatursensor 26 ist vorgesehen, um die Temperatur des Kompressors 3, beispielsweise die Gehäusetemperatur des Kompressors 3 oder die Öltemperatur des Kompressors 3 zu erfassen. Der vierte Temperatursensor 28 ist vorgesehen, um die Temperatur des verdich-

teten, heißen gasförmigen Kältemediums in Strömungsrichtung nach dem Kompressor 3 zu erfassen.

**[0025]** Der fünfte Temperatursensor 29 ist vorgesehen, um die Temperatur am Kondensator 4 zu erfassen, damit eine Vereisung des Kondensators 4 vom Steuergerät 32 festgestellt werden kann. Der sechste Temperatursensor 30 ist vorgesehen, um die Temperatur des wenigstens teilweise flüssigen, unterkühlten Kältemediums zu erfassen. Der siebte Temperatursensor 31 ist vorgesehen, um im Zulauf zum Verdampfer 2 die Temperatur des unterkühlten, flüssigen Kältemediums zu erfassen. Der erste Drucksensor 25 ist vorgesehen, um im Niederdruckbereich den Druck des gasförmigen Kältemediums in Strömungsrichtung vor dem Kompressor 3 zu erfassen. Der zweite Drucksensor 27 ist vorgesehen, um im Hochdruckbereich in Strömungsrichtung nach dem Kompressor 3 den Druck des gasförmigen Kältemediums zu erfassen.

**[0026]** Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann der Öffnungsquerschnitt der Drossel 5 abhängig von der Temperatur gesteuert werden, die vom sechsten Temperatursensor 6 erfasst wird. Weiterhin kann der Öffnungsquerschnitt des zweiten Ventils 20 abhängig von der Temperatur gesteuert werden, die vom zweiten Temperatursensor 24 erfasst wird.

**[0027]** Während eines inversen Betriebes, bei dem der Kondensator 4 beispielsweise für eine Enteisierung aufgeheizt wird und Wärme über den Verdampfer 2 abgegeben wird, wird der Öffnungsquerschnitt der Drossel 5 in Abhängigkeit von der Temperatur des zweiten Temperatursensors 24 gesteuert. Zudem wird der Öffnungsquerschnitt des zweiten Ventils 20 in Abhängigkeit von der Temperatur des siebten Temperatursensors 31 gesteuert. Zudem kann abhängig von der gewählten Ausführungsform der Öffnungsquerschnitt des ersten Ventils 18 in Abhängigkeit von der Temperatur gesteuert werden, die vom vierten Temperatursensor 28 erfasst wird.

**[0028]** Im Folgenden werden Verfahren erläutert, mit denen das Steuergerät 32 die Wärmepumpe 1, insbesondere den Kompressor 3 gegen eine Überlastung oder Beschädigung schützen kann.

**[0029]** Beim Betrieb der Wärmepumpe 1 erfasst das Steuergerät 32 über den zweiten Temperatursensor 24 die Temperatur des Kältemediums in der zweiten Leitung 8 im Zulauf zum Kompressor 3. Zudem wird vom Steuergerät 32 über den ersten Drucksensor 25 der Druck in der zweiten Leitung 8 erfasst. Abhängig vom verwendeten Kältemedium wird die Überhitzung des Gases gegenüber der Taulinie in der zweiten Leitung 8 vom Steuergerät 32 ermittelt. Dies kann beispielsweise anhand des Diagramms der Figur 2 durchgeführt werden. Dazu sind entsprechende Tabellen, Werte und Kennlinien im Speicher 33 des Steuergerätes 32 abgelegt.

**[0030]** Figur 2 zeigt in einer schematischen Darstellung einen Arbeitsprozess der Wärmepumpe 1, wobei auf der Ordinate ein logarithmischer Druck  $p$  und auf der Abszisse eine spezifische Enthalpie  $h$  aufgetragen sind. Zudem ist eine Taulinie 34 in das Diagramm eingezeich-

net. Weiterhin ist ein kritischer Punkt 35 auf der Taulinie eingezeichnet, der bei maximalem Druck eines Nassdampfgebietes 37 eine Siedelinie 36 von der Taulinie 34 trennt. Die Taulinie 34 trennt das Nassdampfgebiet 37 vom Gebiet des überhitzten Gases. Die Siedelinie 36 trennt das Gebiet der unterkühlten Flüssigkeit vom Nassdampfgebiet. Nach dem Verdampfer 2 liegt das Kältemedium am Punkt A gasförmig vor. Die Temperaturdifferenz zwischen dem Punkt A und dem Zustand des Kältemediums bei gleichem Druck auf der Taulinie 34 entspricht einer Überhitzungstemperatur. Die Überhitzungstemperatur stellt einen Wert für eine Überhitzung des Gases dar. Die Überhitzungstemperatur sollte einen Mindestwert aufweisen, um die Gefahr des Auftretens von flüssigem Kältemedium im Kompressor auszuschließen. Nach dem Kompressor liegt das Kältemedium am Punkt B ebenfalls gasförmig bei einem höheren Druck und bei einer höheren Temperatur vor. Nach dem Kondensator befindet sich das Kältemedium in einem flüssigen Zustand am Punkt C. Nach der Drossel liegt das Kältemedium teilweise flüssig und teilweise gasförmig am Punkt D vor.

**[0031]** Der Abstand zwischen dem Punkt B und der Taulinie 34 bei gleichem Druck wie bei Punkt B bestimmt eine zweite Überhitzungstemperatur und kann für eine Beeinflussung der Leistung des Kompressors verwendet werden. Die erste Überhitzungstemperatur des Kältemediums vor dem Kompressor und/oder die zweite Überhitzungstemperatur nach dem Kompressor sollten bestimmte Grenzwerte nicht unterschreiten. Diese Grenzwerte sind beispielsweise in einem Speicher 33 des Steuergerätes 32 abgelegt. Ergibt die Überprüfung durch das Steuergerät 32, dass die erste Überhitzungstemperatur, d.h. die Temperatur des Kältemediums vor dem Kompressor und/oder die zweite Überhitzungstemperatur, d.h. die Temperatur des Kältemediums nach dem Kompressor unter einem vorgegebenen Grenzwert vorzugsweise für eine vorgegebene Zeitdauer wie beispielsweise 5 Minuten liegen, so kann das Steuergerät 32 die Leistung des Kompressors reduzieren, insbesondere den Kompressor abschalten. Dazu sind entsprechende Programme oder Verfahren im Speicher 33 des Steuergerätes 32 abgelegt, die angeben, bei welchen Temperaturwerten welche Steuerung des Kompressors vorzunehmen ist.

**[0032]** In einem weiteren Verfahren überwacht das Steuergerät 32 die Funktionsweise der Temperatursensoren und/oder der Drucksensoren. Wird beispielsweise eine Fehlfunktion des ersten und/oder des zweiten Drucksensors 25, 27 vom Steuergerät 32 festgestellt, so kann das Steuergerät 32 die Leistung des Kompressors 3 reduzieren oder insbesondere den Kompressor 3 abschalten, um eine Fehlfunktion der Wärmepumpe und insbesondere eine Überlastung oder Beschädigung des Kompressors zu vermeiden.

**[0033]** In einem weiteren Verfahren erfasst das Steuergerät 32 mithilfe des dritten Temperatursensors 26 die Temperatur des Kompressors 3, beispielsweise die

Temperatur des Gehäuses des Kompressors 3 und/oder die Temperatur eines Ölreservoirs des Kompressors 3. Die Temperatur kann vom Steuergerät 32 erfasst werden, wenn eine Heizung des Kompressors 3 nicht aktiv ist. Die vom Steuergerät 32 erfasste Temperatur des Kompressors kann beispielsweise dazu verwendet werden, um einen Start des Kompressors zu unterdrücken. Für einen Start des Kompressors kann es beispielsweise vorgeschrieben sein, dass die Temperatur des Kompressors 3 wenigstens über einem vorgegebenen Grenzwert liegt. Weiterhin kann es für einen Start des Kompressors beispielsweise vorgeschrieben sein, dass die Temperatur des Kompressors 3 wenigstens um einen Differenzwert von beispielsweise 10°C größer sein muss als eine Umgebungstemperatur. Abhängig von der gewählten Ausführungsform können auch andere Grenzwerte verwendet werden.

**[0034]** In einem weiteren Verfahren kann das Steuergerät 32 in Abhängigkeit von der Temperatur des Kompressors 3 ein Öffnungsverhalten der Drossel 5 beeinflussen. Beispielsweise kann die Zeitdauer und/oder ein Öffnungsquerschnitt der Drossel 5 in Abhängigkeit von der Temperatur des Kompressors 3 gesteuert oder geregelt werden. Dazu können entsprechende Tabellen oder Diagramme oder Kennlinien im Speicher 33 des Steuergerätes 32 abgelegt sein, die den Öffnungsquerschnitt in Abhängigkeit von der Temperatur des Kompressors festlegen.

**[0035]** In einem weiteren Verfahren kann die Temperatur des Kompressors 3 vom Steuergerät 32 in der Weise berücksichtigt werden, dass die Leistung des Kompressors 3 reduziert wird oder der Kompressor 3 vollständig abgeschaltet wird. Dazu können Kennlinien oder Grenzwerte abgelegt sein. Beispielsweise kann die Leistung des Kompressors 3 reduziert werden, insbesondere der Kompressor 3 abgeschaltet werden, wenn die Temperatur des Kältemediums nach dem Kompressor 3 im Vergleich zur Temperatur des Kältemediums vor dem Kompressor 3 eine Differenz aufweist, die größer als ein vorgegebener Grenzwert ist. Dazu können entsprechende Werte oder Kennlinien oder Tabellen im Speicher 33 des Steuergerätes 32 abgelegt sein.

**[0036]** Abhängig von dem gewählten Verfahren kann das Steuergerät 32 den Arbeitsprozess der Wärmepumpe 1 auch umdrehen, indem das Schaltventil 7 in einen zweiten Zustand geschaltet wird, in dem das Schaltventil 7 die fünfte Leitung 12 mit der zweiten Leitung 8 und die vierte Leitung 11 mit der ersten Leitung 6 verbindet. In der zweiten Schaltposition wird der Verdampfer 2 als Kondensator verwendet und der Kondensator 4 als Verdampfer. Bevor jedoch diese Umschaltung vom Steuergerät 32 vorgenommen wird, wird vorzugsweise der Kondensator 4 über ein Öffnen der Drossel 5 vollständig in das Reservoir 15 entleert, das heißt das im Kondensator 4 befindliche flüssige Kältemedium wird vollständig in das Reservoir 15 entleert. Auf diese Weise wird vermieden, dass flüssiges Kältemedium in den Kompressor gelangt und den Kompressor beim Verdichtungs Vorgang

beschädigt. Anschließend wird das Schaltventil 7 in die zweite Position geschaltet. Für diese Ausführungsform ist es erforderlich, dass das Reservoir 15 ein ausreichendes Volumen aufweist, um das aus dem Kondensator 4 entleerte Kältemedium vollständig aufzunehmen. Abhängig von der gewählten Ausführungsform wird die Drossel 5 vor dem Umschalten bereits dann zum Entleeren des Kondensators 4 geöffnet, wenn die Drehzahl des Kompressors zum Umschalten langsam auf eine Leistung für den inversen Betrieb reduziert wird.

**[0037]** In einem weiteren Verfahren überwacht das Steuergerät 32 beim Starten des Kompressors, das heißt beim Hochfahren des Kompressors 3 auf eine gewünschte Verdichtungsleistung bzw. Drehzahl das vom Kompressor 3 erzeugte Drehmoment. Das Drehmoment kann beispielsweise mit einem Drehmomentsensor gemessen oder über eine entsprechende elektrische Leistung, die der Kompressor 3 aufnimmt, abgeschätzt werden. Während der Startphase vergleicht das Steuergerät 32 das vom Kompressor 3 aufgebrachte Drehmoment mit einem Grenzwert. Ist das aufgebrachte Drehmoment größer als der Grenzwert, so bricht das Steuergerät 32 die Startphase ab, und startet nach einer vorgegebenen Zeitdauer beispielsweise einige Sekunden später erneut eine Startphase. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann nach einer vorgegebenen Anzahl von abgebrochenen Startphasen ein Fehlersignal vom Steuergerät 32 erzeugt werden und beispielsweise über Ausgabemittel 38 ausgegeben werden. Zudem kann zusätzlich eine Inbetriebnahme des Kompressors 3 vom Steuergerät 32 unterbunden werden bzw. erst nach einer Eingabe durch eine Bedienperson wieder erlaubt werden. Auf diese Weise wird eine Beschädigung des Kompressors 3 beispielsweise durch Vorliegen von flüssigem Kältemedium im Kompressor 3 oder bei einem eingefrorenen Kompressor 3 vermieden werden.

**[0038]** Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann auch während des normalen Betriebes der Wärmepumpe 1 das Steuergerät 32 das Drehmoment des Kompressors 3 überwachen und die Leistung des Kompressors 3 wenigstens reduzieren oder den Kompressor 3 abschalten, wenn das überwachte Drehmoment größer als ein vorgegebener Grenzwert ist. Auf diese Weise wird auch während des Betriebes des Kompressors 3 eine Beschädigung des Kompressors 3 beispielsweise durch das Eindringen von Flüssigkeit in den Kompressor 3 vermieden.

**[0039]** In einem weiteren Verfahren kann ein Grenzwert für die Temperatur vor dem Kompressor, ein Grenzwert für die Temperatur nach dem Kompressor und zusätzlich eine Zeitdauer für eine Unterschreitung der zwei Temperaturen abgespeichert sein. Liegt beispielsweise die Temperatur vor dem Kompressor unter der Grenzttemperatur von 2°C und die Temperatur nach dem Kompressor unter einer zweiten Grenztemperatur von 20°C über eine vorgegebene Zeitdauer von beispielsweise 10 Minuten, so wird vom Steuergerät 32 eine Fehlfunktion erkannt und eine Leistung des Kompressors reduziert

oder der Kompressor abgeschaltet.

**[0040]** In einem weiteren Verfahren reduziert das Steuergerät 32 einen Öffnungsquerschnitt der Drossel 5, wenn die Temperatur des Kompressors nicht mehr als 10°C über einer erwarteten Kondensationstemperatur liegt, die im Speicher 33 des Steuergerätes 32 abgelegt ist. Weist der Kompressor eine Temperatur auf, die im Bereich der Umgebungstemperatur liegt, so wird die Drossel 5 auf einen minimalen Querschnitt reduziert und anschließend langsam vergrößert, bis die Temperatur des Kompressors wieder auf einen Bereich von etwa 15°C über die Umgebungstemperatur gestiegen ist. Während des inversen Betriebes, bei dem der Kondensator als Verdampfer und der Verdampfer als Kondensator betrieben werden, wird die Drossel so lange im Öffnungsquerschnitt begrenzt, bis die Temperatur des Kompressors auf die Temperatur des Kältemediums am Ausgang des Kompressors angestiegen ist.

**[0041]** In einem weiteren Verfahren wird eine Startphase abgebrochen, wenn der Kompressor während einer vorgegebenen Zeitdauer von beispielsweise 5 Sekunden mehr als ein vorgegebenes maximales Drehmoment erzeugt. Das Drehmoment kann mit einem Drehmomentsensor gemessen oder durch ein Leistungsaufnahme des elektrisch betriebenen Kompressors abgeschätzt werden. Bevor ein neuer Startvorgang aktiviert wird, wird eine Pause von 10 s eingelegt. Anschließend wird erneut ein Startvorgang versucht. Beispielsweise kann nach fünf erfolglosen Startvorgängen vom Steuergerät 32 ein Alarmsignal erzeugt und ausgegeben werden.

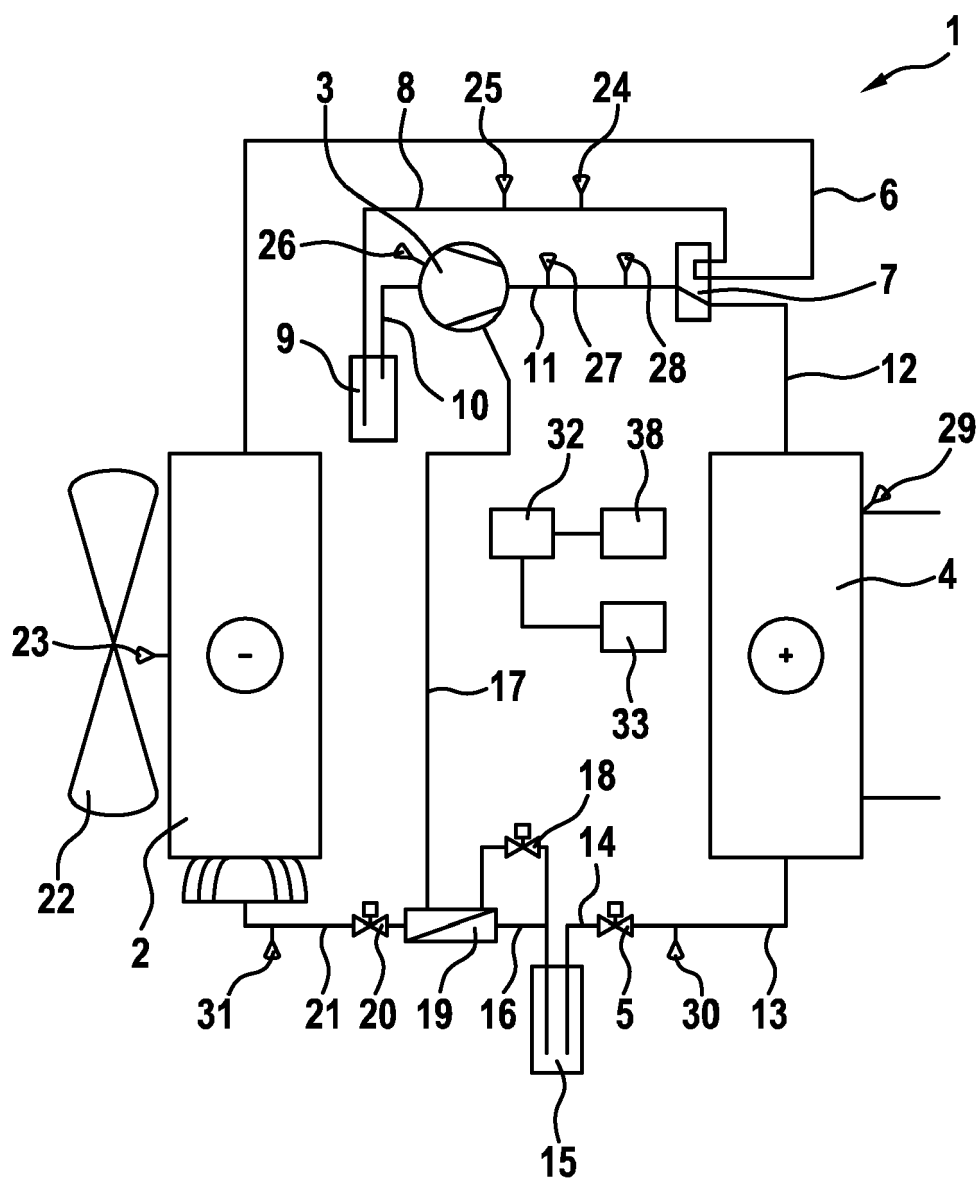
## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Wärmepumpe mit einem Kompressor, einem Kondensator, einer Drossel und einem Verdampfer, wobei die Temperatur des Kompressors erfasst wird und abhängig von der Temperatur des Kompressors eine Funktion der Wärmepumpe gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Temperatur des Kompressors im Stillstand des Kompressors erfasst wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Start des Kompressors unterbunden wird, wenn die erfasste Temperatur unter einem ersten Grenzwert liegt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei abhängig von der gemessenen Temperatur ein Öffnungsquerschnitt der Drossel festgelegt, insbesondere begrenzt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Betreiben des Kompressors unterbunden wird, wenn die erfasste Temperatur unter

einem zweiten Grenzwert liegt.

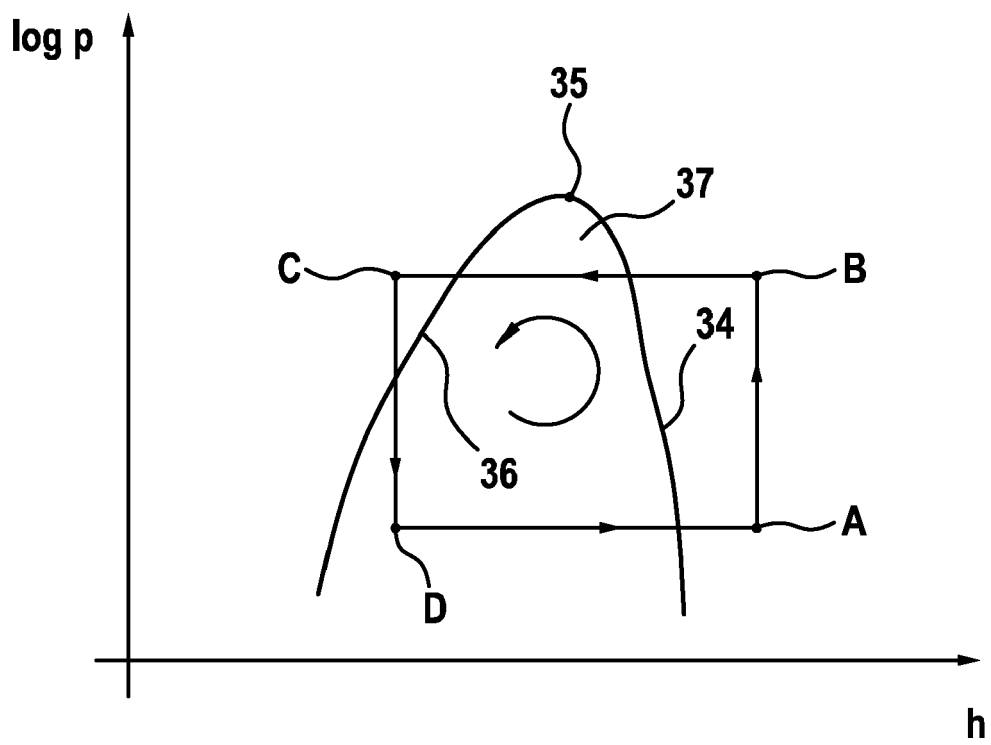
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperatur eines Kältemediums in Strömungsrichtung vor dem Kompressor erfasst wird, und wobei eine Förderleistung des Kompressors abhängig von dem erfassten Wert gesteuert, insbesondere reduziert wird. 5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperatur eines Kältemediums in Strömungsrichtung nach dem Kompressor erfasst wird, und wobei eine Förderleistung des Kompressors abhängig von dem erfassten Wert gesteuert, wenigstens reduziert wird. 10  
15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei die Temperatur mit einem Sensor erfasst wird, wobei eine Funktion des Sensors überwacht wird, und wobei bei einer Fehlfunktion des Sensors wenigstens die Leistung des Kompressors reduziert wird, wobei vorzugsweise der Kompressor abgeschaltet wird. 20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Drehmoment des Kompressors überwacht wird, und wobei bei Überschreiten eines vorgegebenen Drehmomentes ein Fehlersignal erzeugt und/oder die Leistung des Kompressors wenigstens beschränkt wird, wobei insbesondere der Kompressor abgeschaltet wird. 25  
30
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Drehmoment bei einer Startphase des Kompressors überwacht wird, wobei die Startphase abgebrochen wird, wenn das Drehmoment einen vorgegebenen Wert überschreitet. 35
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei nach einem Abbruch der Startphase erneut eine Startphase durchgeführt wird, und wobei nach einer vorgegebenen Anzahl an abgebrochenen Startphasen der Start des Kompressors unterbunden wird und ein Fehlersignal erzeugt wird. 40  
45
12. Steuergerät, das ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.
13. Wärmepumpe (1) mit einem Kompressor (3), einem Kondensator (4), einer Drossel (5) und einem Verdampfer (2), mit einem Steuergerät (32), mit einem Temperatursensor (26), der ausgebildet ist, um eine Temperatur des Kompressors (3) zu erfassen und an das Steuergerät (32) zu übermitteln, wobei das Steuergerät (32) ausgebildet ist, um abhängig von der Temperatur des Kompressors (3) eine Funktion der Wärmepumpe zu steuern. 50  
55

**Fig. 1**





**Fig. 2**



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102007038614 A1 [0002]