



(10) **DE 10 2012 212 863 B4** 2019.10.31

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 212 863.8**  
(22) Anmeldetag: **23.07.2012**  
(43) Offenlegungstag: **19.12.2013**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **31.10.2019**

(51) Int Cl.: **B60H 1/00 (2006.01)**  
**F25B 30/02 (2006.01)**  
**B60H 1/32 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:  
**10 2012 210 117.9 15.06.2012**

(73) Patentinhaber:  
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
80809 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Satzger, Peter, 86899 Landsberg, DE;  
Herbolzheimer, Robert, 82194 Gröbenzell, DE;  
Morgenstern, Stefan, 81825 München, DE; Knott,  
Martin, 85221 Dachau, DE; Horn, Oliver, 81475  
München, DE**

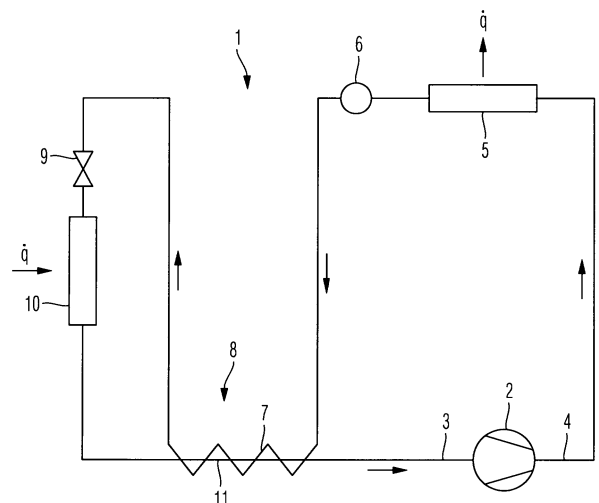
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>101 23 830</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>101 51 480</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>199 25 744</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2008 / 0 229 770</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Fahrzeug mit einem Wärmepumpenkreislauf**

(57) Hauptanspruch: Fahrzeug mit einem Wärmepumpenkreislauf (1), der, in einer Strömungsrichtung eines darin strömenden Kältemittels betrachtet, folgende Komponenten aufweist:

- einen Kältemittelverdichter (2),
- einen Kondensator (5),
- ein Expansionsorgan (9),
- einen Außenwärmeübertrager (10), und
- einen inneren Wärmetauscher (8), der
  - eine Hochdruckseite (7) aufweist, die zwischen dem Kondensator (5) und dem Expansionsorgan (9) angeordnet ist und
  - eine Niederdruckseite (11), die zwischen dem Außenwärmeübertrager (10) und dem Kältemittelverdichter (2) angeordnet ist, wobei
- die Hochdruckseite (7) des inneren Wärmetauschers (8) zwischen einem nach dem Kondensator (5) angeordneten Sammler (6) und dem Expansionsorgan (9) angeordnet ist,
- das Expansionsorgan (9) ein elektrisch regelbares Ventil ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Wärmepumpenkreislauf gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1.

**[0002]** Aus der DE 101 51 480 A1 ist ein Fahrzeug mit einem Wärmepumpenkreislauf mit einem darin strömenden Kältemittel bekannt, wobei der Wärmepumpenkreislauf verschiedene Komponenten aufweist, wie z. B. einen Außenwärmeübertrager und ein elektrisch regelbares Expansionsventil.

**[0003]** Zum technischen Hintergrund der Erfindung zählen die DE 101 23 830 A1, US 2008/0229770 A1 sowie die DE 199 25 744 A1.

**[0004]** Zur Beheizung des Fahrgastraums von Elektrofahrzeugen werden Wärmepumpenanordnungen in Betracht gezogen, da bei Elektrofahrzeugen im Unterschied zu herkömmlichen Fahrzeugen, welche einen Verbrennungsmotor aufweisen, keine bzw. nicht hinreichend Abwärme vorhanden ist, die zur Beheizung des Fahrgastraums verwendet werden kann. Problematisch bei Wärmepumpen ist, dass die Leistung der erforderlichen Wärmequelle Außenluft bei Temperaturen 0° C unter aufgrund einer Bereifung bzw. Vereisung des Wärmeübertragers begrenzt ist. Dadurch kann die erforderliche Heizleistung oft nicht erreicht werden.

**[0005]** Für Wärmepumpenanwendungen wurden Schaltungen vorgeschlagen, die einen Niederdrucksammler aufweisen und dadurch keine definierte Unterkühlung am Kondensator gewährleisten. Dadurch kann die Eintrittsenthalpie des Kältemittels in ein Expansionsventil nicht so geregelt werden, dass eine definierte Wärmeleistung der Wärmequelle Außenluft bei einem bestimmten Kältemittelmassenstrom ausreicht. Dadurch muß je nach verfügbarer Wärmeleistung der Kältemittelmassenstrom am Kältemittelverdichter reduziert werden, was eine Reduzierung der Heizleistung bedeutet

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Fahrzeug mit einem geeigneten Wärmepumpenkreislauf zu schaffen, der zur Beheizung eines Fahrgastraums des Fahrzeugs geeignet ist und ausreichend Wärmeleistung zur Verfügung stellt, ohne dass mehr so viel Wärme aus der Umgebung aufgenommen wird, dass es zu einer starken Bereifung des Außenwärmeübertragers führt.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0008]** Ausgangspunkt der Erfindung ist ein Fahrzeug mit einem Wärmepumpenkreislauf, der, in einer

Strömungsrichtung des darin strömenden Kältemittels betrachtet, einen Kältemittelverdichter aufweist, welcher Kältemittel ansaugt, verdichtet und das verdichtete Kältemittel durch einen Kondensator pumpt. Bei dem Fahrzeug kann es sich um ein ausschließlich durch einen oder mehrere Elektromotoren angetriebenes Fahrzeug handeln (Elektrofahrzeug) oder aber auch um ein Hybridfahrzeug, d.h. um ein Fahrzeug, welches sowohl einen verbrennungsmotorischen Antrieb als auch einen elektromotorischen Antrieb aufweist.

**[0009]** Im Kondensator wird im Kältemittel enthaltene Wärme abgegeben, z.B. an die in einen Fahrgastraum des Fahrzeugs einströmende Luft. Nach dem Kondensator ist ein (Hochdruck-)Sammler angeordnet. Dieser bewirkt, dass das Kältemittel im Kondensator nicht unterkühlt wird. Das vom (Hochdruck-) Sammler kommende flüssige Kältemittel durchströmt anschließend eine Hochdruckseite eines „inneren Wärmetauschers“ und wird danach in einem Expansionsorgan entspannt. Das entspannte Kältemittel durchströmt einen Verdampfer, in dem es Wärme aus der Umgebung aufnimmt. Das vom Verdampfer kommende, sich auf einem niedrigen Druckniveau befindende Kältemittel durchströmt anschließend eine Niederdruckseite des inneren Wärmetauschers. Von der Niederdruckseite des inneren Wärmetauschers strömt das Kältemittel zurück zu einer Saugseite des Verdichters.

**[0010]** Über den Niederdruckwärmetauscher kann Wärme von der Hochdruckseite des inneren Wärmetauschers an die Niederdruckseite abgegeben werden. Dadurch wird das Kältemittel vor dem Entspannen „unterkühlt“. Dadurch wird eine höhere Enthalpiedifferenz bei der Verdampfung auf der Niederdruckseite nutzbar.

**[0011]** Dadurch kann - bei gleicher Wärmeaufnahme im Verdampfer - das Expansionsventil so angesteuert werden, dass am Austritt des Verdampfers das Kältemittel nicht vollständig verdampft ist, es enthält also Flüssigkeit. Würde dieses Kältemittel direkt dem Kältemittelverdichter zugeführt, so könnte dieser aufgrund der flüssigen Anteile zerstört werden. Durch den inneren Wärmeübertrager wird der Flüssiganteil jedoch soweit verdampft, dass diese Schädigung nicht auftritt. Durch diese Betriebsweise wird ein höherer Kältemittelmassenstrom benötigt und so kann dem Verdichter dadurch mehr Kältemittel zugeführt werden. Dadurch kann mehr Heizleistung erzeugt werden.

**[0012]** Der oben beschriebene (Wärmepumpen-) Kreislauf kann auch als Kühlkreislauf betrieben werden. Auch im Kühlbetrieb kann der innere Wärmetauscher zur Unterkühlung des Kältemittels nach dem Kondensator verwendet werden.

**[0013]** Durch die oben beschriebene Anordnung eines inneren Wärmetauschers im Wärmepumpenkreislauf kann die kritische (im Sinne von „beengte“) Bauraumsituation in bzw. vor dem Kühlmodul etwas „entspannt“ werden. Bei einem Hybridfahrzeug umfasst das so genannte Kühlmodul einen Motor-kühler für den Verbrennungsmotor, eventuell einen Turboladerkühler, evtl. einen Niedertemperaturkühler (z.B. für elektrische Komponenten) und einen Außenwärmetauscher (im Kühlmodus ist dies der Kondensator des Kältekreislaufs, im Wärmepumpen(heiz-)betrieb der Verdampfer).

**[0014]** Die zusätzlich wegen der Unterkühlung aufzubringende Wärme wird nicht im äußeren Wärmetauscher aufgenommen, sondern danach im inneren Wärmetauscher.

**[0015]** Im Folgenden wird die Erfindung im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** einen Wärmepumpenkreislauf für ein Fahrzeug gemäß der Erfindung.

**Fig. 2** einen Wärmepumpenkreislauf für ein Fahrzeug gemäß der Erfindung mit Umschaltfunktion für Klimabetrieb.

**[0016]** **Fig. 1** zeigt einen Wärmepumpenkreislauf **1** mit einem Verdichter **2**, der eine Saugseite **3** und eine Hochdruckseite **4** aufweist. Vom Kältemittelverdichter **2** verdichtetes Kältemittel wird durch einen Kondensator **5** gepumpt, wo es Wärme abgibt, z.B. an einen in einen Fahrgastraum des Fahrzeugs eingeblasenen Luftstrom. Die Wärmeabgabe an den Fahrgastraum kann z.B. über einen weiteren Fluidkreislauf (z.B. Wasser-Glykol-Kreislauf)(z.B. Wasser-Glykol-Kreislauf) erfolgen.

**[0017]** Nach dem Kondensator **5** ist ein Hochdrucksammler **6** angeordnet. Vom Hochdrucksammler **6** kommendes flüssiges Kältemittel wird durch eine Hochdruckseite **7** eines inneren Wärmetauschers **8** gepumpt. Nach Durchströmen der Hochdruckseite **7** des inneren Wärmetauschers **8** wird das Kältemittel in einem Expansionsorgan **9** auf einen niedrigeren Druck entspannt, wodurch es sich abkühlt. Vom Expansionsorgan **9** kommendes Kältemittel nimmt in einem Verdampfer **10** Wärme aus der Umgebungsluft auf. Vom Verdampfer **10** kommendes Kältemittel durchströmt eine Niederdruckseite **11** des inneren Wärmetauschers. Vom inneren Wärmetauscher **8** kommendes Kältemittel wird anschließend vom Kältemittelverdichter **2** angesaugt.

**[0018]** Im inneren Wärmetauscher **8** wird Wärme von der Hochdruckseite **7** an das durch die Niederdruckseite **11** des inneren Wärmetauschers **8** strömende Kältemittel abgegeben. Dadurch wird das Kältemittel auf der Hochdruckseite unterkühlt, bevor es

im Expansionsorgan **9** entspannt wird. Auf der Niederdruckseite wird das evtl. nur teilweise verdampfte Kältemittel vollständig verdampft und dann überhitzt.

**[0019]** **Fig. 2** zeigt einen Wärmepumpenkreislauf für ein Fahrzeug gemäß der Erfindung mit Umschaltfunktion für Klimabetrieb. Im Klimabetrieb ist Expansionsventil **9** vollständig geschlossen. Über das regelnde Expansionsventil **12** wird Kältemittel entspannt und in den Verdampfer im Klimagerät geleitet, in dem es verdampft und dabei die in den Innenraum einströmende Luft abkühlt. Das verdampfte Kältemittel wird im inneren Wärmeübertrager **8** überhitzt und dem Kompressor **2** zugeführt, wo es verdichtet wird. Das verdichtete Kältemittel wird im Kondensator **5** kondensiert, der seine Wärme an einen Wasser-Glykol-Kreislauf abgibt, wo die Wärme über einen Wärmetauscher an die Außenluft abgegeben wird. Im Klimabetrieb ist ein (Schalt-)Ventil **15** so geschaltet, dass das Kältemittel in einem Wasser/Glykol gekühlten Wärmetauscher **16** unterkühlt werden kann. Über den inneren Wärmeübertrager **8** wird das Kältemittel zum Expansionsventil **12** geleitet.

## Patentansprüche

1. Fahrzeug mit einem Wärmepumpenkreislauf (1), der, in einer Strömungsrichtung eines darin strömenden Kältemittels betrachtet, folgende Komponenten aufweist:

- einen Kältemittelverdichter (2),
- einen Kondensator (5),
- ein Expansionsorgan (9),
- einen Außenwärmeübertrager (10), und
- einen inneren Wärmetauscher (8), der
  - eine Hochdruckseite (7) aufweist, die zwischen dem Kondensator (5) und dem Expansionsorgan (9) angeordnet ist und
  - eine Niederdruckseite (11), die zwischen dem Außenwärmeübertrager (10) und dem Kältemittelverdichter (2) angeordnet ist, wobei
- die Hochdruckseite (7) des inneren Wärmetauschers (8) zwischen einem nach dem Kondensator (5) angeordneten Sammler (6) und dem Expansionsorgan (9) angeordnet ist,
- das Expansionsorgan (9) ein elektrisch regelbares Ventil ist.

2. Fahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kondensator (5) dazu vorgesehen ist, Wärme an eine in einen Fahrgastraum des Fahrzeugs strömende Luft abzugeben.

3. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kondensator (5) thermisch mit einem Fluidkreislauf, insbesondere einen Wasser-Glykol-Kreislauf, gekoppelt ist, über den Wärme abgegeben wird.

4. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluidkreislauf, insbesondere ein Wasser-Glykol-Kreislauf dazu vorgesehen ist, mittels eines Wärmetauschers Wärme an eine in einen Fahrgastraum des Fahrzeugs störende Luft abzugeben.

5. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der innere Wärmetauscher (8) so ausgelegt ist, dass die Überhitzung am Eintritt des Kompressors einen bestimmten Wert nicht überschreitet.

6. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Expansionsventil (9) so geregelt ist, dass am Eintritt (3) des Kältemittelverdichters (2) eine bestimmte Überhitzung des Kältemittels erzielt wird.

7. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Kühlbetrieb das Kältemittel über einen durch ein Schaltventil (15) zuschaltbaren Unterkühler (16) unterkühlt werden kann.

8. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Fahrzeug um ein ausschließlich durch einen oder mehrere Elektromotoren angetriebenes Fahrzeug oder um ein Hybridfahrzeug handelt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

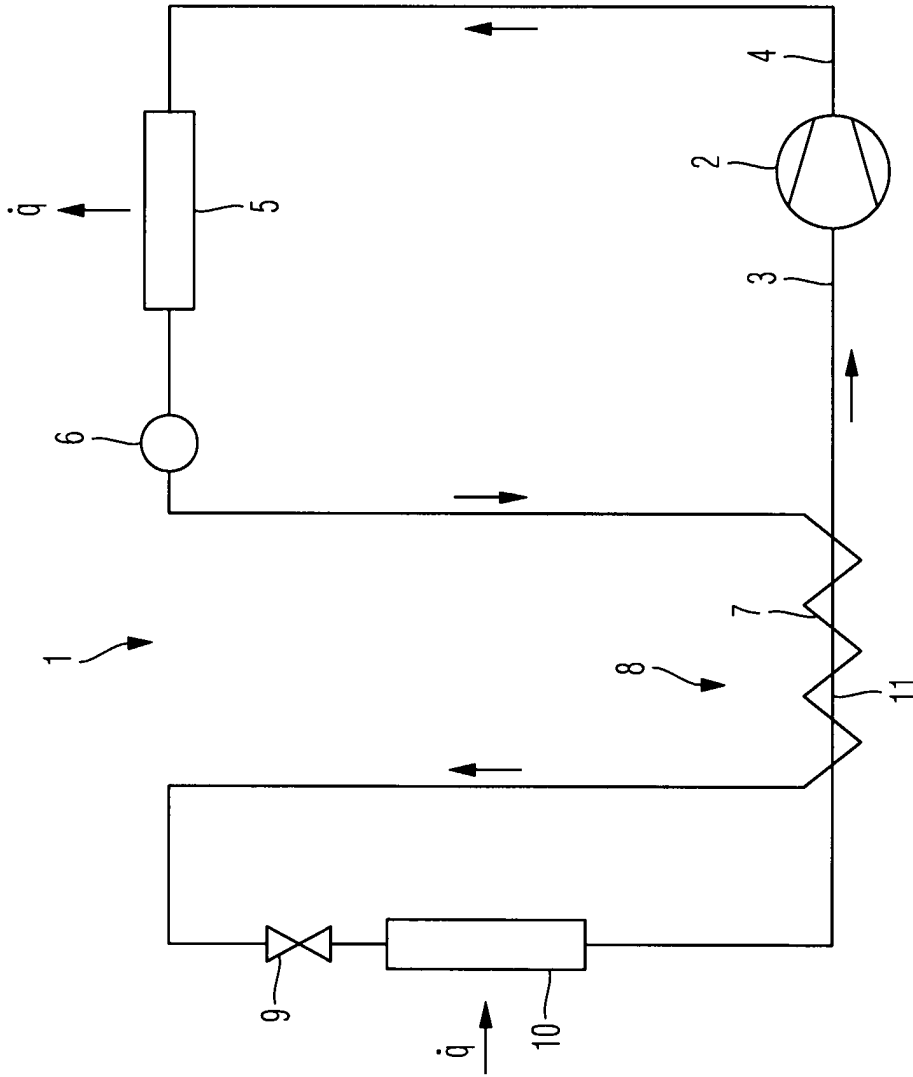


Fig. 1

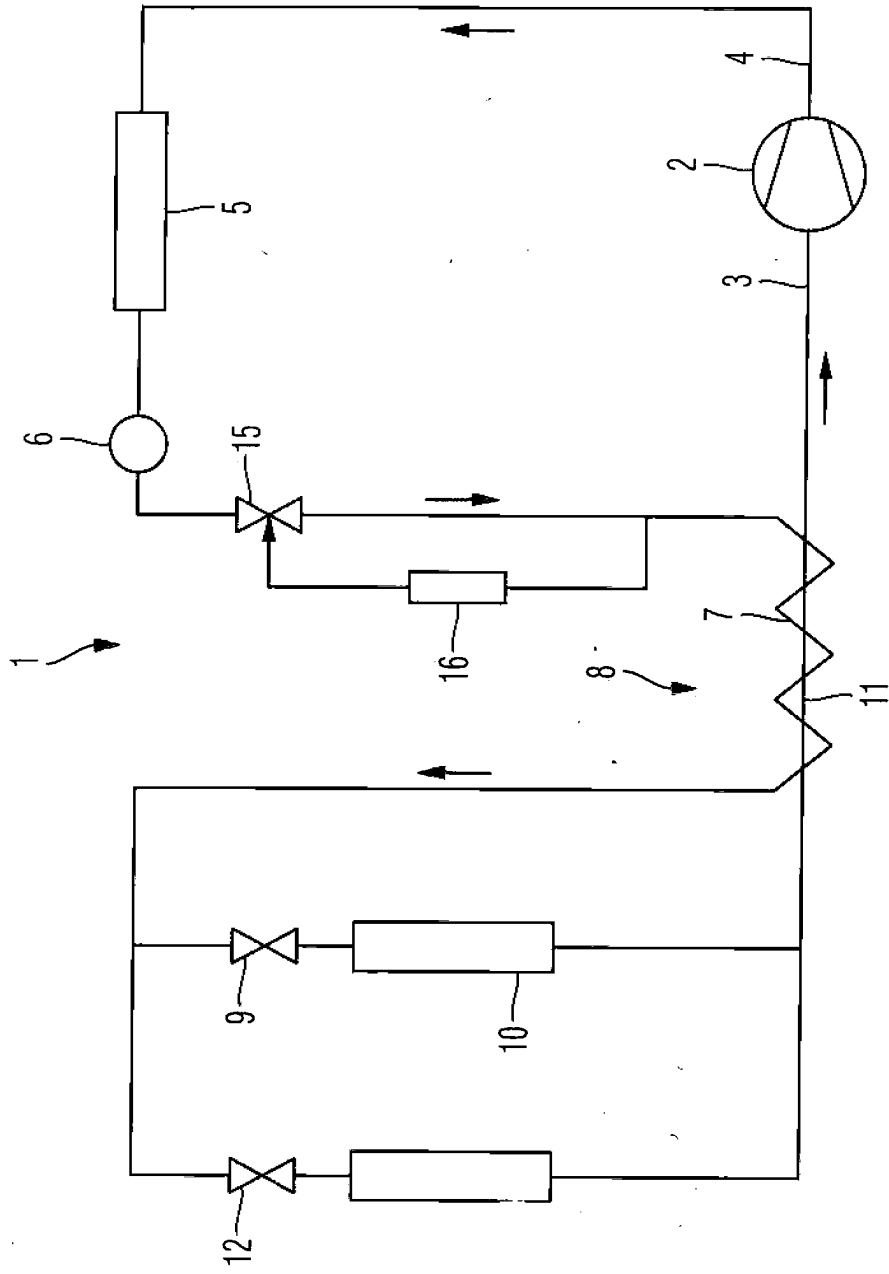


Fig. 2