



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2005 029 918 B4 2010.05.06**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 029 918.0**  
 (22) Anmeldetag: **28.06.2005**  
 (43) Offenlegungstag: **02.11.2006**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **06.05.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F01P 3/20 (2006.01)**  
**F01P 11/20 (2006.01)**  
**B60H 1/22 (2006.01)**

Innerhalb von drei 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 2005 020 490.2 29.04.2005**

(73) Patentinhaber:  
**MTU Friedrichshafen GmbH, 88045  
 Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:  
**Huber, Hermann, 88048 Friedrichshafen, DE; Rall,  
 Helmut, 88048 Friedrichshafen, DE; Tröstler,  
 Ulrich, 88682 Salem, DE**

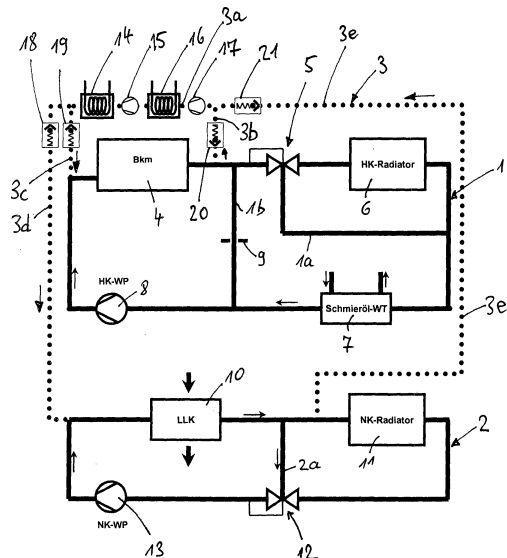
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE 14 51 887 A**  
**EP 03 06 911 A2**  
**DE 103 17 003 A1**

**Zeitschrift: "Eisenbahn-Kurier" 10/2003-47**

(54) Bezeichnung: **Kühlsystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Kühlsystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine (4), mit einem Hochtemperaturkreis (1), in dem die Brennkraftmaschine (4), ein Hochtemperaturrückkühler (6) und eine erste Pumpe (8) liegen, sowie mit einem Niedertemperaturkreis (2), in dem ein Ladeluftkühler (10), ein Niedertemperaturrückkühler (11) und eine zweite Pumpe (13) liegen, ferner mit einem mit einem Vorwärmgerät (14, 16) gekoppelten Heizkreis (3) zum Erwärmen des von zumindest einer zusätzlichen dritten, elektrisch angetriebenen Pumpe (15, 17) geförderten Kühlmittels, wobei der Heizkreis (3) an den Hochtemperaturkreis (1) und an den Niedertemperaturkreis (2) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizkreis derart angeschlossen ist, dass bei abgeschalteten Pumpen (8, 13) und in Betrieb befindlicher Pumpe (15, 17) gleichzeitig Kühlmittel aus dem Heizkreis (3) in den Hochtemperaturkreis (1) und in den Niedertemperaturkreis (2) gelangt.



## Beschreibung

**[0001]** Es ist bekannt, für aufgeladene Brennkraftmaschinen einen Hochtemperaturkreis vorzusehen, in dem die Brennkraftmaschine ein Hochtemperaturrückkühler und eine erste Pumpe liegen. Zur Kühlung der Ladeluft dient ein zweiter sogenannter Niedertemperaturkreis, in dem ein Ladeluftkühler, ein Niedertemperaturrückkühler und eine zweite Pumpe liegen. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass im Vergleich zum Hochtemperaturkreis im Niedertemperaturkreis niedrige Temperaturen erreicht werden können, die eine gewünschte starke Abkühlung der Ladeluft mit entsprechender Leistungssteigerung bei Volllast zulassen.

**[0002]** Ein derartiges Kühlsystem geht beispielsweise aus der DE 103 17 003 A1 als bekannt hervor. Hochtemperatur- und Niedertemperaturkreis sind dort über eine Thermostatanordnung miteinander verbunden, so dass beim Warmlaufen des Motors Kühlmittel aus dem Motorkühlkreislauf in den Niedertemperaturkreis übertreten kann. Auch im warmen Zustand des Motors, also im Normalbetrieb, kann zur Unterstützung der Regeneration von Partikelfiltern warmes Kühlmittel aus dem Motorkühlkreislauf in den Niedertemperaturkreis strömen. Warmes Kühlmittel aus dem Motorkühlkreislauf erwärmt somit die Ladeluft im Ladeluftkühler. Bei bestimmten Umgebungsbedingungen ist es auch wünschenswert, dass die Kühlung der Ladeluft begrenzt wird, um ein Auskühlen des Motors zu verhindern.

**[0003]** Bei einem Kühlsystem nach der DE 1 451 887 A ist entweder nur der Hochtemperaturkreis oder nur der Niedertemperaturkreis mit dem Heizkreis verbunden. Dabei ist eine Betriebsart bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine vorgesehen, bei der zur Motorvorwärmung zunächst nur der Hochtemperaturkreis mit dem Heizkreis verbunden ist und dementsprechend zunächst nur vorgewärmtes Kühlmittel aus dem Heizkreis in den Motorkühlkreis gelangt, und, wenn der Motor vorgewärmt ist, der Hochtemperaturkreis vom Heizkreis abgekoppelt und stattdessen der Heizkreis mit dem Niedertemperaturkreis verbunden wird. Um diese serielle Aufheizung zu ermöglichen, sind Umschaltorgane und Absperrorgane nötig, die betätigt werden müssen.

**[0004]** In der EP 0 306 911 A2 ist ein Motorkühlkreislauf dargestellt, der einen Heizungswärmetauscher zur Beheizung eines Fahrzeuginnenraums beinhaltet. In einem parallel zum Heizungswärmetauscher liegenden Kreislaufzweig ist ein Heizgerät mit einer integrierten Pumpe vorgesehen, das es in Kombination mit einem thermostatischen Dreiwegeventil erlaubt, den Wärmeinhalt des im Kühlkreis zirkulierenden Fluids an den Bedarf im Fahrzeugraum oder auch für eine Motorvorwärmung anzupassen.

**[0005]** Weiterhin ist es bekannt, bei einem Kühlsystem mit einem Hochtemperatur- und einem Niedertemperaturkreis zum Vorheizen und Warmhalten einer Brennkraftmaschine ein Vorwärmgerät zu benutzen, wie beispielsweise in der Zeitschrift "Eisenbahn-Kurier, 10/2003-47" dargestellt. Ein derartiges Vorwärmgerät ist bei Motoren der Anmelderin in Anwendung. Dazu kann der Hochtemperaturkreis im Bereich des Motors an einen Heizkreis angeschlossen werden, der mit dem Vorwärmgerät gekoppelt ist, und der eine elektrisch angetriebene Pumpe enthält.

**[0006]** Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zu Grunde, durch eine einfache Anordnung nicht nur die Brennkraftmaschine vorzuwärmen und warm zu halten, sondern auch für eine Vorwärmung der Anlagenteile des Niedertemperaturkreises bei Stillstand und eine Ladeluftvorwärmung bei Leerlauf und Teillast der Brennkraftmaschine bei günstigem Kraftstoffverbrauch zu sorgen.

**[0007]** Dieses Problem wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Es ist ein das Vorwärmgerät enthaltender Heizkreis vorgesehen, der nicht nur an den Hochtemperaturkreis, sondern auch an den Niedertemperaturkreis angeschlossen ist, so dass zur Aufwärmung des Kühlmittels sowohl im Hochtemperaturkreis als auch im Niedertemperaturkreis über den das Vorwärmgerät enthaltenden Heizkreis Kühlmittel geleitet werden kann. Da über den Heizkreis der Hochtemperaturkreis und der Niedertemperaturkreis miteinander verbunden sind, kann Kühlmittel aus dem Hochtemperaturkreis in den Niedertemperaturkreis und umgekehrt übertreten. Damit gleichzeitig Kühlmittel aus dem Heizkreis in den Niedertemperatur- und Hochtemperaturkreis gelangt, genügt es, eine im Heizkreis in Betrieb befindliche Pumpe zu betreiben, während im Hochtemperatur- und Niedertemperaturkreis angeordnete Pumpen abgeschaltet sind. Dadurch ist z. B. bei Teillast oder im Leerlauf eine Vorwärmung der Ladeluft durch warmes Kühlmittel aus dem Hochtemperaturkreis möglich, ohne dass das Vorwärmgerät eingeschaltet ist, wenn die dem Heizkreis zugeordneten Pumpen laufen. Das Vorwärmgerät kann jedoch insbesondere bei ungünstigen Umgebungsbedingungen unterstützend auch eingeschaltet sein.

**[0008]** Die Möglichkeit der Wärmezufuhr in den Niedertemperaturkreislauf ohne motorische Mittel ist hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs von besonderem Vorteil. Wäre es nicht möglich, Wärme in den Niedertemperaturkreis durch übertretendes warmes Kühlmittel aus dem Hochtemperaturkreis oder durch Einschalten des Vorwärmgeräts einzutragen, müsste, um die Ladelufttemperatur anzuheben, der Wärmeinhalt der Kühlkreise durch eine erhöhte Verdichtungsarbeit erzeugt werden, was einen erheblichen Kraftstoffmehrabbedarf bedeuten würde, da eine Anhebung der Kühlmitteltemperatur im Niedertemperaturkreis

nur durch eine Lastaufschaltung erreichbar wäre.

**[0009]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0010]** Um eine schnelle und direkte Aufwärmung der Brennkraftmaschine und des Ladeluftkühlers zu ermöglichen, ist der das Vorwärmgerät enthaltende Heizkreis zweckmäßigerweise im Bereich des Kühlmittelzu- und -austritts der Brennkraftmaschine bzw. des Ladeluftkühlers angeschlossen.

**[0011]** Eine besonders einfache, den Zu- und Abfluss von Kühlmittel aus dem Hochtemperatur- und Niedertemperaturkreislauf regulierende Einrichtung stellen in den an den Kühlmittelaustritt und Kühlmittelleintritt des Vorwärmgeräts anschließenden Leitungsabschnitten angeordnete Rückschlagventile dar, die in Richtung des strömenden Kühlmittels öffnen und in umgekehrter Richtung schließen. Die Rückschlagventile schließen selbsttätig, wenn die im Heizkreis angeordneten Pumpen abgeschaltet werden, da dann das Druckniveau entsprechend vermindert wird. Die Zuheizung wird also durch Aus- und Einschalten der Pumpen im Heizkreis in Verbindung mit den Rückschlagventilen geregelt. Die Rückschlagventile haben weiterhin den Vorteil, dass in allen Betriebszuständen, insbesondere auch bei Vollast undefinierte Kühlmittelströme über den Heizkreis verhindert werden.

**[0012]** Es sind drei Betriebszustände möglich:

1. Vor Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine wird das Vorwärmgerät und zugleich die Pumpe im Heizkreis in Betrieb genommen, um das Kühlmittel im Hoch- und Niedertemperaturkreis gleichzeitig vorzuheizen.
2. In niedrigen Lastzuständen ist die Pumpe des Heizkreises in Betrieb und das Vorwärmgerät ist abgeschaltet.
3. In niedrigen Lastzuständen sind sowohl die Pumpe des Heizkreises als auch das Vorwärmgerät angeschaltet, um das Kühlmittel in Hoch- und Niedertemperaturkreis gleichzeitig aufzuwärmen.

**[0013]** Bei hohen Lastzuständen ist selbstverständlich eine Zuschaltung des Heizkreises nicht erforderlich. Pumpe im Heizkreis und Vorwärmgerät werden von der Motorsteuerung abhängig von der Last, Drehzahl, Temperatur oder anderen Parametern gesteuert.

**[0014]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in einer Figur dargestellt. Die Figur zeigt ein Kühlsystem in Schemaansicht, das einen Hochtemperatur-, einen Niedertemperaturkreis und einen Heizkreis umfasst.

**[0015]** In der Figur ist ein Kühlsystem mit einem Hochtemperaturkreis **1** und einem Niedertemperaturkreis **2** dargestellt. Der Hochtemperaturkreis **1** um-

fasst eine Brennkraftmaschine **4**, einen Hochtemperaturrückkühler **6**, ein Thermostatventil **5**, einen Schmierölmärmetauscher **7** und eine erste motorgetriebene Pumpe **8**. Das Thermostatventil **5** regelt in Abhängigkeit vom Kühlbedarf den Durchfluss durch eine Nebenschlussleitung **1a**, die bei niedrigen Kühlmitteltemperaturen eine Umgehung des Hochtemperaturrückkühlers **6** darstellt. Weiter ist eine Kurzschlussleitung **1b** vorgesehen, über die ein durch eine Blende **9** festgelegter Teil des aus der Brennkraftmaschine **4** austretenden Kühlmittels im Kurzschluss zum Eingang der Brennkraftmaschine **4** zurückgeführt wird.

**[0016]** Im Niedertemperaturkreis **2** ist ein Ladeluftkühler **10**, ein Niedertemperaturrückkühler **11**, ein Thermostatventil **12** und eine zweite motorgetriebene Pumpe **13** angeordnet. Das Thermostatventil **12** regelt in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur die Größe des Kühlmittelflusses durch eine Umgehungsleitung **2a** zum Niedertemperaturrückkühler **11**.

**[0017]** In einem Leitungsabschnitt **3a** eines Heizkreises **3**, der durch gepunktete Linien dargestellt ist, liegen dritte Pumpen **15** und **17** und zwei Vorwärmgeräte **14** und **16**, die schematisch als Wärmetauscher dargestellt sind. Die Vorwärmgeräte **14**, **16** können zum Beispiel elektrische Heizgeräte sein, deren Heizleiter zur Übertragung von Wärme an das im Heizkreis **3** strömende Kühlmittel wärmeleitend mit dem Leitungsabschnitt **3a** gekoppelt sind. Anstelle zweier Vorwärmgeräte **14**, **16** und zweier Pumpen **15**, **17** kann auch nur jeweils ein Vorwärmgerät und eine Pumpe vorgesehen sein. Der Heizkreis **3** ist über Leitungsabschnitte **3b** und **3c** an den Hochtemperaturkreis **2** angeschlossen. Über Leitungsabschnitte **3d** und **3e** ist der Heizkreis **3** zusätzlich auch an den Niedertemperaturkreis **2** angeschlossen. Die Strömungsrichtungen im Heizkreis **3** sind durch den entsprechenden Leitungsabschnitten zugeordnete Pfeile angegeben. In den an den Kühlmittelaustritt des Vorwärmgeräts **14** anschließenden Leitungsabschnitten **3c** und **3d** sind Rückschlagventile **18** und **19** angeordnet, die in Richtung des strömenden Kühlmittels öffnen und in umgekehrter Richtung schließen. Weiter sind in Strömungsrichtung vor dem Vorwärmgerät **16** in den Leitungsabschnitten **3b** und **3e** Rückschlagventile **20** und **21** angeordnet, die in Strömungsrichtung öffnen und in umgekehrter Richtung schließen.

**[0018]** Der Heizkreis **3** erfüllt den Zweck, die Anlagenteile von Hoch- und Niedertemperaturkreis und das Kühlmittel vor Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine vorzuwärmen und bei niedrigen Lastzuständen, also im Leerlauf und bei Teillast, warm zu halten, dabei aber den Kraftstoffbedarf im Vergleich zu Kühlsystemen ohne externe Zuheizmöglichkeit für den Niedertemperaturkreis gering zu halten.

**[0019]** Im Stillstand der Brennkraftmaschine **4** werden die Pumpen **15, 17** und die Vorwärmgeräte **14, 16** eingeschaltet, so dass eine Zirkulation von Kühlmittel unter gleichzeitiger Erwärmung in Gang kommt. Erwärmtes Kühlmittel gelangt in den Hoch- und Niedertemperaturkreis.

**[0020]** Bei niedriger Last der Brennkraftmaschine sind zwei Betriebsarten des Heizkreises **3** möglich.

**[0021]** Insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen sind sowohl die Pumpen **15, 17**, als auch die Vorwärmgeräte **14, 16** angeschaltet, so dass zusätzliche Heizenergie zu der von der Brennkraftmaschine selbst erzeugten Wärmeenergie ins Kühlmittel gelangt. Der Vorteil dieser Betriebsart besteht in der Kraftstoffersparnis im Vergleich zu herkömmlichen Kühlsystemen. Herkömmliche Kühlsysteme besitzen keinen Anschluss des Niedertemperaturkreises an den Heizkreis, weshalb nur durch motorische Maßnahmen eine Erwärmung des Kühlmittels erfolgen kann, die aber Kraftstoff kosten. Motorische Maßnahme ist die Aufschaltung einer Last, um über die Verdichtungsarbeit die Ladelufttemperatur zu erhöhen. Vorteil des erfindungsgemäßen Kühlsystems ist es somit unter anderem, dass der Motor nicht belastet werden muss und kein entsprechender Kraftstoffmehrabbedarf entsteht. Die Vorwärmung des Niedertemperaturkreislaufs hat weiter den Vorteil, dass Weißrauch bei kalten Umgebungsbedingungen zuverlässig vermieden wird.

**[0022]** Die Zuschaltung der Vorwärmgeräte **14, 16** und Pumpen **15, 17** kann beispielsweise lastabhängig, temperaturabhängig oder drehzahlabhängig erfolgen.

**[0023]** Die Rückschlagventile **18, 19, 20** und **21** sperren den Heizkreis **3** ab, wenn die Pumpen **15, 17** abgeschaltet werden, da dann der von den Pumpen **8** und **13** erzeugte Druck in Schließrichtung anliegt. Es sind somit keine weiteren Steuermittel nötig um den Heizkreis abzuschalten, was eine kostengünstige und einfache Möglichkeit darstellt. Voraussetzung ist natürlich eine geeignete Abstimmung der Pumpen **8, 13, 15, 17** damit bei Niedriglast und laufenden Pumpen **15, 17** die Rückschlagventile gegen den Druck der Pumpen **8, 13** geöffnet werden.

### Patentansprüche

1. Kühlsystem für eine aufgeladene Brennkraftmaschine (**4**), mit einem Hochtemperaturkreis (**1**), in dem die Brennkraftmaschine (**4**), ein Hochtemperaturrückkühler (**6**) und eine erste Pumpe (**8**) liegen, sowie mit einem Niedertemperaturkreis (**2**), in dem ein Ladeluftkühler (**10**), ein Niedertemperaturrückkühler (**11**) und eine zweite Pumpe (**13**) liegen, ferner mit einem Vorwärmgerät (**14, 16**) gekoppelten Heizkreis (**3**) zum Erwärmen des von zumindest einer

zusätzlichen dritten, elektrisch angetriebenen Pumpe (**15, 17**) geförderten Kühlmittels, wobei der Heizkreis (**3**) an den Hochtemperaturkreis (**1**) und an den Niedertemperaturkreis (**2**) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Heizkreis derart angeschlossen ist, dass bei abgeschalteten Pumpen (**8, 13**) und in Betrieb befindlicher Pumpe (**15, 17**) gleichzeitig Kühlmittel aus dem Heizkreis (**3**) in den Hochtemperaturkreis (**1**) und in den Niedertemperaturkreis (**2**) gelangt.

2. Kühlsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizkreis (**3**) im Bereich eines Kühlmittelzutritts und -austritts der Brennkraftmaschine (**4**) an den Hochtemperaturkreis (**1**) angeschlossen ist.

3. Kühlsystem nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass der Heizkreis (**3**) im Bereich eines Kühlmittelzutritts und -austritts des Ladeluftkühlers (**10**) an den Niedertemperaturkreis (**2**) angeschlossen ist.

4. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in an einen Kühlmittelaustritt des Vorwärmgeräts (**14, 16**) anschließenden Leitungsabschnitten (**3c, 3d**) des Heizkreises (**3**) Rückschlagventile (**18, 19**) angeordnet sind, die in Richtung des strömenden Kühlmittels öffnen und in umgekehrter Richtung schließen.

5. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in an einen Kühlmittelintritt des Vorwärmgeräts (**14, 16**) anschließenden Leitungsabschnitten (**3b, 3e**) des Heizkreises (**3**) Rückschlagventile (**20, 21**) angeordnet sind, die in Richtung des strömenden Kühlmittels öffnen und in umgekehrter Richtung schließen.

6. Kühlsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (**15, 17**) derart ausgelegt ist, dass zumindest bei Niedriglast der Brennkraftmaschine (**4**) die Rückschlagventile (**18, 19, 20, 21**) in Ansprache auf die Druckverhältnisse öffnen, und dass sich die Rückschlagventile (**18, 19, 20, 21**) in Ansprache auf die Druckverhältnisse in Schließstellung befinden, wenn die Pumpe (**15, 17**) ausgeschaltet ist, und die Pumpen (**8, 13**) in Betrieb sind.

7. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der Hochtemperaturrückkühler (**6**) als auch der Niedertemperaturrückkühler (**11**) mit einer Nebenschlussleitung (**1a, 2a**) ausgebildet sind, die durch Thermostatventile (**5, 12**) geregelt sind.

8. Verfahren zum Betrieb eines Kühlsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass vor Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine (**4**) das Kühlmittel im Hochtemperaturkreis

(1) und im Niedertemperaturkreis (2) bei Inbetriebnahme der Pumpe (15, 17) und des Vorwärmgeräts (14, 16) gleichzeitig vorgeheizt wird.

9. Verfahren zum Betrieb eines Kühlsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Leerlauf und/oder bei Teillast der Brennkraftmaschine (4) zur Aufwärmung sowohl des Kühlmittels im Hochtemperaturkreis (1) als auch im Niedertemperaturkreis (2) die Pumpen (15, 17) in Betrieb sind und das Vorwärmgerät (14, 16) abgeschaltet ist.

10. Verfahren zum Betrieb eines Kühlsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Leerlauf und/oder bei Teillast der Brennkraftmaschine (4) das Kühlmittel im Hochtemperaturkreis (1) und im Niedertemperaturkreis (2) bei in Betrieb genommenen Pumpen (15, 17) und angeschaltetem Vorwärmgerät (14, 16) gleichzeitig aufgewärmt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

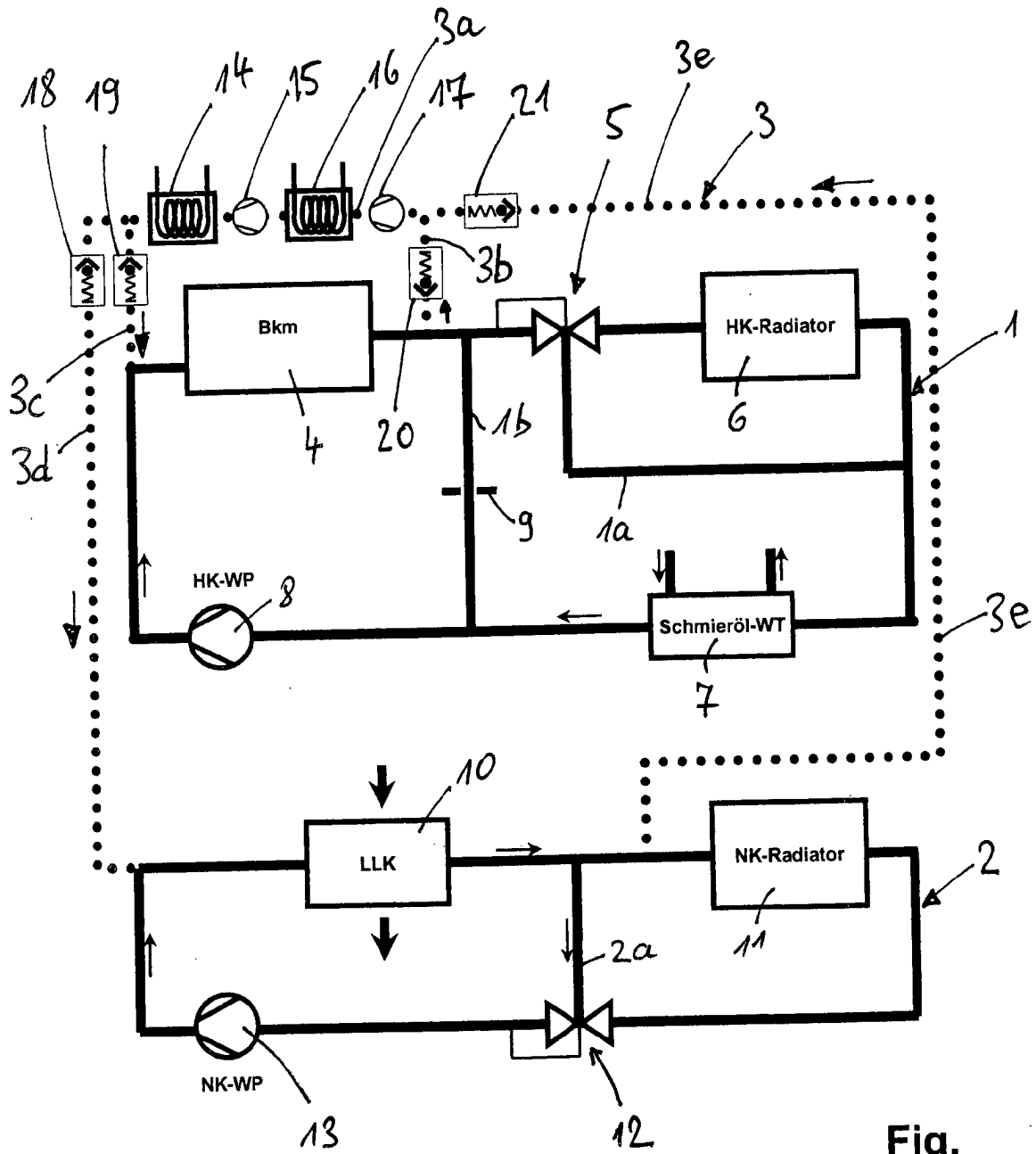


Fig.