



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 208 992.6**  
 (22) Anmeldetag: **29.05.2012**  
 (43) Offenlegungstag: **05.12.2013**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **15.02.2024**

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

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

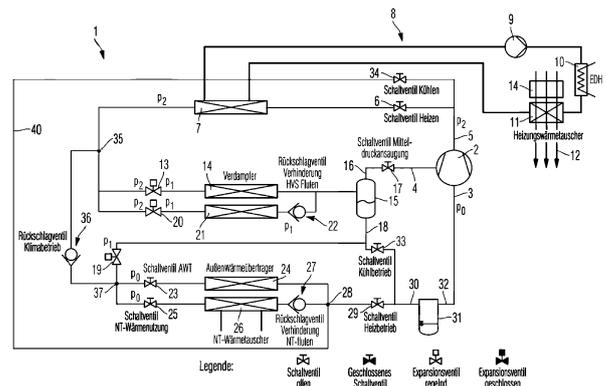
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(72) Erfinder:  
**Satzger, Peter, 86899 Landsberg, DE;  
 Herbolzheimer, Robert, 82194 Gröbenzell, DE**

(54) Bezeichnung: **Heiz-/Kühlkreislauf für Fahrzeuge, insbesondere für Hybridfahrzeuge oder reine Elektrofahrzeuge**

(57) Hauptanspruch: Heiz-/Kühlkreislauf (1) für Fahrzeuge, mit

- einem Kältemittelverdichter (2), der einen Niederdruckeingang (3), einen Mitteldruckeingang (4) und einen Hochdruckausgang (5) aufweist,
- mindestens einem ersten Hochdruckexpansionsorgan (13, 20), mittels dem Kältemittel von einem Hochdruckniveau ( $p_2$ ) auf ein Mitteldruckniveau ( $p_1$ ) entspannt wird,
- mindestens einem von in einen Fahrgastraum strömender Luft (12) durchströmten und als Verdampfer (14) fungierenden ersten Mitteldruckwärmetauscher, über den das Kältemittel Wärme aus der Luft (12) aufnehmen kann,
- einem Abscheider (15), dem von dem ersten Mitteldruckwärmetauscher abströmendes Kältemittel zugeführt wird, wobei der Abscheider (15)
  - einen Gasausgang (16) aufweist, über den gasförmiges Kältemittel zu dem Mitteldruckeingang (4) strömen kann, und
  - einen Ausgang (18), für flüssiges Kältemittel,
- mindestens einem Mitteldruckexpansionsorgan (19), über das von dem Ausgang (18) für flüssiges Kältemittel komednendes Kältemittel auf ein Niederdruckniveau ( $p_0$ ) entspannt wird,
- mindestens einem ersten Niederdruckwärmetauscher, über den auf Niederdruckniveau ( $p_0$ ) entspanntes Kältemittel zum Niederdruckeingang (3) des Kältemittelverdichters (2) gelangt.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 45 257	A1
DE	198 33 251	A1
DE	10 2004 048 951	A1
DE	10 2007 024 894	A1
DE	10 2008 033 854	A1
DE	10 2011 110 549	A1
DE	698 31 052	T2
US	5 983 652	A
EP	2 727 754	A1
JP	2008- 094 184	A

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Heiz-/Kühlkreislauf gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Bei Elektrofahrzeugen steht von den Antriebskomponenten (E-Maschine, Leistungselektronik, etc.) üblicherweise nicht ausreichend Abwärme zur Verfügung, um damit den Fahrgastraum angemessen zu heizen. Bislang bei Elektrofahrzeugen eingesetzte elektrische Heizelemente erweisen sich als relativ ineffizient. Im Heizbetrieb verringern sie deutlich die Reichweite, da sie von dem elektrischen Energiespeicher des Fahrzeugs gespeist werden.

**[0003]** Als Alternative zu elektrischen Heizelementen wurden Wärmepumpen vorgeschlagen, die jedoch weiterhin ein elektrisches Zuheizen erforderlich machen. Insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen von unter 0°C stellen Wärmepumpen keine hinreichende Heizleistung zur Verfügung. Bei einem Mischbetrieb, bei dem gleichzeitig geheizt und gekühlt wird, kann nicht gleichzeitig in allen Zuständen Wärme und Kälte zur Entfeuchtung erzeugt werden. Ferner reduziert sich bei einer Vereisung eines Außenwärmeübertragers die Heizleistung deutlich.

**[0004]** Aus der DE 198 33 251 A1 ist ein Heiz-/Kühlkreislauf für Fahrzeuge bekannt, mit einem Kältemittelverdichter, der einen Niederdruckeingang, einen Mitteldruckeingang und einen Hochdruckausgang aufweist; mindestens einem ersten Hochdruckexpansionsorgan, mittels dem Kältemittel von einem Hochdruckniveau auf ein Mitteldruckniveau entspannt wird; einem Mitteldruckwärmetauscher; einem Abscheider, dem von dem Mitteldruckwärmetauscher abströmendes Kältemittel zugeführt wird, wobei der Abscheider einen Gasausgang aufweist, über den gasförmiges Kältemittel zu dem Mitteldruckeingang strömen kann, und einen Ausgang, für flüssiges Kältemittel; einem Mitteldruckexpansionsorgan, über das von dem Ausgang für flüssiges Kältemittel kommendes Kältemittel auf ein Niederdruckniveau entspannt wird, und einem als Klimagerät-Verdampfer fungierenden Niederdruckwärmetauscher, über den auf Niederdruckniveau entspanntes Kältemittel zum Niederdruckeingang des Kältemittelverdichters gelangt.

**[0005]** Weitere Fahrzeugklimaanlagen sind aus der DE 10 2004 048 951 A1, der DE 10 2008 033 854 A1, der DE 698 31 052 T2, der US 5 983 652 A, der EP 2 727 754 A1 und der DE 10 2011 110 549 A1 bekannt.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen Heiz-/Kühlkreislauf zu schaffen, der alle wichtigen

Betriebsprogramme, insbesondere Heizbetrieb, Kühlbetrieb, Mischbetrieb, Enteisung des Außenwärmeübertragers, abdeckt.

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

**[0008]** Ausgangspunkt der Erfindung ist ein Heiz-/Kühlkreislauf mit einem „Kältemittelverdichter mit Mitteldruckeinspritzung“. Ein Kältemittelverdichter mit Mitteldruckeinspritzung weist einen „Niederdruckeingang“ auf, über den ein auf „niedrigem Druck“ befindliches, gasförmiges Kältemittel angesaugt wird. Ferner ist ein „Mitteldruckeingang“ vorgesehen, über den dem Kältemittelverdichter ein auf einem „mittleren Druckniveau“ befindliches, gasförmiges Kältemittel zugeführt wird. Das „mittlere Druckniveau“ liegt definitionsgemäß oberhalb des „unteren Druckniveaus“. Der Kältemittelverdichter weist ferner einen „Hochdruckausgang“ auf, über den verdichtetes und durch die Verdichtung erhitztes Kältemittel im Heiz-/Kühlkreislauf umgepumpt wird.

**[0009]** Ein Heiz-/Kühlkreislauf gemäß der Erfindung weist mindestens ein erstes Hochdruckexpansionsorgan auf, mittels dem Kältemittel von dem Hochdruckniveau auf das Mitteldruckniveau entspannt wird. Ferner ist mindestens ein von in einen Fahrgastraum strömenden Luft durchströmter und als Verdampfer fungierender Mitteldruckwärmetauscher vorgesehen, über den das Kältemittel Wärme aus der Luft aufnimmt. Anders ausgedrückt, nimmt das den Mitteldruckwärmetauscher durchströmende Kältemittel Wärme aus der Luft auf. Bei dem Mitteldruckwärmetauscher handelt es sich um einen bzw. um den „Verdampfer im Klimagerät“ des Fahrzeugs.

**[0010]** Ein Heiz-/Kühlkreislauf gemäß der Erfindung weist ferner einen Abscheider auf, dem von dem mindestens einen Mitteldruckwärmetauscher abströmendes Kältemittel zugeführt wird bzw. zugeführt werden kann. Der Abscheider wiederum weist einen Gasausgang auf, über den gasförmiges Kältemittel zu dem Mitteldruckeingang des Kältemittelverdichters strömen kann, sowie einen Ausgang für flüssiges Kältemittel.

**[0011]** Ein Heiz-/Kühlkreislauf gemäß der Erfindung weist des Weiteren ein Mitteldruckexpansionsorgan auf, über das von dem Ausgang für flüssiges Kältemittel des Abscheiders kommendes flüssiges Kältemittel auf ein Niederdruckniveau entspannt wird. Nach der Entspannung auf das Niederdruckniveau durchströmt das Kältemittel einen ersten Niederdruckwärmetauscher, der im Folgenden auch als „Außenwärmeübertrager“ bezeichnet wird.

**[0012]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist mindestens ein zweiter Mitteldruckwärmetauscher vorgesehen, über den das Kältemittel Abwärme von einer zu kühlenden Fahrzeugkomponente, insbesondere von einem elektrischen Energiespeicher, aufnimmt.

**[0013]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist mindestens ein zweiter Niederdruckwärmetauscher vorgesehen ist, über den das Kältemittel Abwärme von einer zu kühlenden Fahrzeugkomponente, insbesondere von einer Leistungselektronik, einer elektrischen Maschine oder einem DC-DC-Wandler, aufnimmt.

**[0014]** Mit einem derartigen Heiz-/Kühlkreislauf, wie er noch ausführlicher im Zusammenhang mit der Zeichnung erläutert wird, lassen sich verschiedenste Betriebszustände abdecken.

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

**Fig. 1** die Schaltungsanordnung eines Heiz-/Kühlkreislaufs gemäß der Erfindung;

**Fig. 2** den Heiz-/Kühlkreislauf im Betriebszustand „reiner Heizbetrieb“;

**Fig. 3** den Betriebszustand „reiner Kühlbetrieb“;

**Fig. 4** den Betriebszustand „Mischbetrieb mit hohem Heizanteil“;

**Fig. 5** den Betriebszustand „Mischbetrieb mit hohem Kühlanteil“;

**Fig. 6** den Betriebszustand „Enteisung, Linksbetrieb“;

**Fig. 7** die Variante „Enteisung, Rechtsbetrieb“; und

**Fig. 8** die Variante „Variables Mitteldruckniveau“.

**[0016]** Fig. 1 zeigt einen Heiz-/Kühlkreislauf 1 mit einem Kältemittelverdichter 2, der einen Niederdruckeingang 3, einen Mitteldruckeingang 4 und einen Hochdruckausgang 5 aufweist. Über den Niederdruckeingang 3 wird auf dem unteren Druckniveau  $p_0$  gasförmiges Kältemittel angesaugt. Über den Mitteldruckeingang 4 wird dem Kältemittelverdichter 2 auf einem mittleren Druckniveau  $p_1$  befindliches gasförmiges Kältemittel zugeführt. Der Kältemittelverdichter 2 verdichtet das ihm zugeführte Kältemittel auf das Hochdruckniveau  $p_2$ .

**[0017]** Der Hochdruckausgang 5 des Kältemittelverdichters 2 ist über ein elektrisch ansteuerbares Schaltventil 6 mit einem Kältemittel-ZHeizflüssigkeitswärmetauscher 7 bzw. Heizungskondensator verbunden. Beim Durchströmen des Kältemittel-

/Heizflüssigkeitswärmetauschers 7 wird Wärme von dem auf das Hochdruckniveau  $p_2$  verdichteten Kältemittel an eine in einem Heizkreislauf 8 umgepumpte „Heizflüssigkeit“ abgegeben.

**[0018]** Der Heizkreislauf 8 weist eine Heizflüssigkeitspumpe 9, bei Bedarf einen elektrisch beheizbaren Durchlauferhitzer 10 und einen Heizungswärmetauscher 11 bzw. Heizflüssigkeits-/Luftwärmetauscher auf, über den Wärme von der Heizflüssigkeit an die in einen Fahrgastraum eines hier nicht näher dargestellten Fahrzeugs strömende Luft 12 übertragbar ist. Von dem Heizungswärmetauscher 11 wird die Heizflüssigkeit zurückgepumpt und durchströmt erneut den Kältemittel-ZHeizflüssigkeitswärmetauscher 7.

**[0019]** Nach dem Durchströmen des Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauschers 7 wird das auf dem Hochdruckniveau  $p_2$  befindliche Kältemittel über ein erstes elektrisch bzw. elektronisch regelbares Hochdruckexpansionsorgan 13 bzw. Hochdruckexpansionsventil auf das Mitteldruckniveau  $p_1$  entspannt. Das auf das Mitteldruckniveau  $p_1$  entspannte Kältemittel durchströmt einen als Verdampfer 14 fungierenden ersten Mitteldruckwärmetauscher, der auch als „Verdampfer im Klimagerät“ bezeichnet werden kann und der baulich stromaufwärts des Heizungswärmetauschers 11 (d.h. in Strömungsrichtung der Luft betrachtet vor dem Heizungswärmetauscher 11) angeordnet ist (vgl. Heizkreislauf 8).

**[0020]** Der erste Mitteldruckwärmetauscher bzw. Verdampfer 14 wird also zusammen mit dem Heizungswärmetauscher 11 von Luft 12 durch- oder umströmt. Im Verdampfer 14 nimmt das Kältemittel Wärme aus der Luft 12 auf und verdampft dabei teilweise. Nach dem Durchströmen des Verdampfers 14 strömt das auf dem Mitteldruckniveau  $p_1$  befindliche Kältemittel in einen Abscheider 15. Der Abscheider 15 weist einen Gasausgang 16 auf, über den gasförmiges Kältemittel zu dem Mitteldruckeingang 4 des Kältemittelverdichters 2 strömen kann. Zwischen dem Gasausgang 16 und dem Mitteldruckeingang 4 ist ein elektrisch ansteuerbares Schaltventil 17 angeordnet. Der Abscheider 15 weist ferner einen Ausgang 18 für flüssiges Kältemittel auf. Vom Ausgang 18 kommendes, auf dem mittleren Druckniveau  $p_1$  befindliches Kältemittel kann über ein Mitteldruckexpansionsorgan 19 bzw. Mitteldruckexpansionsventil auf das Niederdruckniveau  $p_0$  entspannt werden. Bei dem Mitteldruckexpansionsorgan 19 kann es sich ebenfalls um ein elektrisch bzw. elektronisch ansteuerbares bzw. regelbares Expansionsorgan handeln.

**[0021]** Das von dem Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauscher 7 kommende, auf dem Hochdruckniveau  $p_2$  befindliche Kältemittel wird ferner über ein

zweites elektrisch bzw. elektronisch ansteuerbares Hochdruckexpansionsorgan 20 bzw. Hochdruckexpansionsventil auf das Mitteldruckniveau  $p_1$  entspannt und durchströmt einen zweiten Mitteldruckwärmetauscher 21, bei dem es sich beispielsweise um einen Kältemittel-/Flüssigkeitswärmetauscher oder um einen Verdampfer, handeln kann, der sich direkt in der zu kühlenden Komponente (z.B. Hochvoltsspeicher) befindet und an diese thermisch gekoppelt ist. Nach dem Durchströmen des zweiten Mitteldruckwärmetauschers 21 strömt das nur teilweise verdampfte Kältemittel über ein Rückschlagventil 22 ebenfalls in den Abscheider 15.

**[0022]** Wie aus **Fig. 1** ersichtlich ist, ist der durch das Hochdruckexpansionsorgan 20, den zweiten Mitteldruckwärmetauscher 21 und das Rückschlagventil 22 gebildete „Wärmetauscherzweig“ parallel zu dem durch das Hochdruckexpansionsorgan 13 und den Verdampfer 14 gebildeten Zweig geschaltet.

**[0023]** Die Verteilung des Kältemittels erfolgt entsprechend des Kühlbedarfs im Verdampfer 14 bzw. im zweiten Mitteldruckwärmetauscher 21 durch entsprechende Regelung der Hochdruckexpansionsorgane 13 bzw. 20.

**[0024]** Das auf das Niederdruckniveau  $p_0$  entspannte Kältemittel wird in einem ersten Wärmetauscherzweig über ein elektrisch ansteuerbares Schaltventil 23 durch einen Außenwärmeübertrager 24 bzw. ersten Niederdruckwärmetauscher geleitet und bei Bedarf über einen zweiten Kältemittelzweig durch ein elektrisch ansteuerbares Schaltventil 25 durch einen als Niedertemperaturwärmetauscher fungierenden zweiten Niederdruckwärmetauscher bzw. NT-Wärmetauscher 26 (Niedertemperaturwärmetauscher) und ein Rückschlagventil 27 geleitet. Der Außenwärmeübertrager 24 bzw. erste Niederdruckwärmetauscher wird von Außenluft durchströmt und kann bei einem Hybridfahrzeug im Motorraum vorderhalb des Kühlers des Verbrennungsmotors im Luftstrom angeordnet sein.

**[0025]** An einem Knoten 28 sind die beiden Wärmetauscherzweige wieder zusammengeführt. Der Knoten 28 ist über ein elektrisch ansteuerbares Schaltventil 29 mit einem Eingang 30 eines Niederdrucksammlers 31 verbunden. Ein Ausgang 32 des Niederdrucksammlers 31 wiederum ist mit dem Niederdruckeingang 3 des Kältemittelverdichters 2 verbunden.

**[0026]** Wie aus **Fig. 1** ersichtlich ist, ist der Ausgang 18 des Abscheiders 15 ferner über ein elektrisch ansteuerbares Schaltventil 33 mit dem Eingang 30 des Niederdrucksammlers 31 verbunden.

**[0027]** Der Hochdruckausgang 5 des Kältemittelverdichters 2 ist ferner über ein elektrisch ansteuerbares

Schaltventil 34 und eine Kältemittelleitung 40 mit dem Knoten 28 verbunden.

**[0028]** Zwischen einem Ausgang des Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauschers 7 und den Hochdruckexpansionsorganen 13, 20 ist eine Abzweigstelle 35 vorgesehen, die über ein Rückschlagventil 36 mit einem Knoten 37 verbunden ist, der sich in die beiden die Niederdruckwärmetauscher (Außenwärmeübertrager 24 und NT-Wärmetauscher 26) enthaltenden Wärmetauscherzweige aufgabelt.

**[0029]** **Fig. 2** zeigt den Heiz-/Kühlkreislauf 1 der **Fig. 1** im reinen Heizbetrieb. Die Pfeile geben die Strömungsrichtung des Kältemittels bzw. der Heizflüssigkeit an. Im Heizbetrieb strömt Kältemittel vom Hochdruckausgang 5 über das Schaltventil 6 durch den Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauscher 7. Dort gibt das verdichtete und dabei erhitzte Kältemittel Wärme an die Heizflüssigkeit ab. Warme Heizflüssigkeit wird von der Heizflüssigkeitspumpe 9 durch den Heizungswärmetauscher 11 gepumpt, wodurch die in den Fahrgastraum strömende Luft 12 erwärmt wird.

**[0030]** Das Schaltventil 34 ist im reinen Heizbetrieb geschlossen, so dass das gesamte vom Kältemittelverdichter 2 verdichtete Kältemittel durch den Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauscher 7 gepumpt wird. Das vom Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauscher 7 kommende Kältemittel wird in den Hochdruckexpansionsorganen 13, 20 auf Mitteldruckniveau  $p_1$  entspannt, wodurch es sich abkühlt.

**[0031]** Das abgekühlte Kältemittel nimmt im Verdampfer 14 Wärme aus der den Verdampfer 14 durchströmenden Luft 12 auf. Das den zweiten Mitteldruckwärmetauscher 21 durchströmende Kältemittel nimmt ebenfalls Wärme auf, z.B. Wärme, die von einem elektrischen Energiespeicher (z.B. Hochvoltsspeicher) eines Fahrzeugs abgegeben wurde. Hierzu kann der zweite Mitteldruckwärmetauscher 21 an einen Fluidkreislauf der zu kühlenden Komponente (z.B. Hochvoltsspeicher) angeschlossen sein oder sich direkt darin befinden. Das vom Verdampfer 14 und/oder dem zweiten Mitteldruckwärmetauscher 21 kommende Kältemittel strömt in den Abscheider 15. Gasförmiges Kältemittel wird aus dem Abscheider 15 über das (geöffnete) Schaltventil 17 dem Mitteldruckeingang 4 des Kältemittelverdichters 2 zugeführt.

**[0032]** Flüssiges Kältemittel strömt über den Ausgang 18 zum Mitteldruckexpansionsorgan 19, wo es auf das Niederdruckniveau  $p_0$  entspannt wird. Über die geöffneten Schaltventile 23, 25 strömt das Kältemittel durch den Außenwärmeübertrager 24, wo es erneut Wärme aufnimmt und dabei weiter verdampft bzw. durch den Niedertemperaturwärmetauscher bzw. NT-Wärmetauscher 26, wo es Wärme von

einer zu kühlenden Komponente, z.B. von einer elektrischen Maschine, einer Leistungselektronik, einem DC-DC-Wandler, aufnimmt. Nach dem Durchströmen der Niederdruckwärmetauscher (Außenwärmeübertrager 24 und NT-Wärmetauscher 26) strömt das nun verdampfte Kältemittel über das Schaltventil 29 in den Niederdrucksammler 31, von wo es erneut über den Niederdruckeingang 3 von dem Kältemittelverdichter 2 angesaugt und verdichtet wird.

**[0033]** Vollständigkeitshalber sei erwähnt, dass im reinen Heizbetrieb das Schaltventil 33 geschlossen ist.

**[0034]** Im reinen Heizbetrieb werden mit dem oben beschriebenen Heiz-/Kühlkreislauf folgende Vorteile erreicht:

- Höhere Leistung durch Mitteldruckeinspritzung bei tiefer Temperatur ( $T < 0^{\circ}\text{C}$ ).
- Höhere Effizienz durch Mitteldruckeinspritzung bei mittleren Temperaturen um  $0^{\circ}\text{C}$ .
- Abwärme- (Kapazitiv und Abwärme) aus Kühlkreislauf für elektrische Komponenten und Hochvoltpeicher nutzbar.

**[0035]** Fig. 3 zeigt den Betriebszustand „reiner Kühlbetrieb“. Hier sind die Schaltventile 6, 17, 25 und 29 sowie das Mitteldruckexpansionsorgan 19 geschlossen. Vom Kältemittelverdichter 2 verdichtetes Kältemittel wird über das geöffnete Schaltventil 34 in (in Bezug auf den reinen Heizbetrieb) umgekehrter Richtung durch den Außenwärmeübertrager 24, das geöffnete Schaltventil 23, das Rückschlagventil 36 zu dem Knoten bzw. Abzweig 35 geleitet, von wo es über die Hochdruckexpansionsorgane 13 und 20 entspannt wird und den Verdampfer 14 sowie den zweiten Mitteldruckwärmetauscher 21 durchströmt und dabei verdampft und danach in den Abscheider 15 strömt. Über den Ausgang 18 des Abscheiders 15 und das geöffnete Schaltventil 33 strömt das Kältemittel in den Niederdrucksammler 31, von wo es erneut von dem Niederdruckeingang 3 des Kältemittelverdichters 2 angesaugt wird.

**[0036]** Im reinen Kühlbetrieb wird der Außenwärmeübertrager 24 also, wie bereits erwähnt, in entgegengesetzter Richtung wie im Heizbetrieb (vgl. Fig. 2) durchströmt. Dadurch kann dieser hinsichtlich Kältemittelverteilung und Druckabfall optimal ausgelegt werden, womit Effizienz als auch Leistung deutlich verbessert wird. Dies stellt ein wichtiges Merkmal dar.

**[0037]** Fig. 4 zeigt den Betriebszustand „Mischbetrieb“ mit hohem Heizanteil.

**[0038]** In diesem Betriebszustand sind die Schaltventile 33, 34 und eventuell das Schaltventil 17 (letz-

eres aber nicht zwingend) geschlossen. Alle anderen Schaltventile und Expansionsorgane sind geöffnet.

**[0039]** Vom Kältemittelverdichter 2 verdichtetes Kältemittel durchströmt das Schaltventil 6 und den Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauscher 7, wo es Wärme an den Heizkreislauf 8 abgibt (vgl. Erläuterungen zu Fig. 1). Im Übrigen entsprechen die Betriebszustände im Wesentlichen denen des reinen Heizbetriebs. Im Unterschied zum reinen Heizbetrieb kann die Temperatur des Kältemittels am Ausgang des Verdampfers 14 jedoch etwas höher als im reinen Heizbetrieb sein. Ferner kann vorgesehen sein, dass das Schaltventil 17 geschlossen bzw. im Falle eines regelbaren Ventils so geregelt wird, dass sich eine geeignete Temperatur im Verdampfer 14 einstellt. Bei Bedarf kann das Schaltventil 17 ganz geschlossen werden.

**[0040]** Fig. 5 zeigt den Betriebszustand „Mischbetrieb mit hohem Kühlanteil“. Hier sind die Zustände sehr ähnlich dem des reinen Kühlbetriebs (vgl. Fig. 3). Durch geeignetes Ansteuern der Hochdruckexpansionsorgane 13, 20 und des Kältemittelverdichters 2 können die Leistungen des Verdampfers 14 und des zweiten Mitteldruckwärmetauschers 21 bedarfsgerecht geregelt werden.

**[0041]** Die für die Beheizung des Fahrgastraums des Fahrzeugs erforderliche Heizleistung im Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauscher 7 wird durch zeitweises Öffnen (Takten) des Schaltventils 6 eingestellt. Falls die dabei übertragbare Leistung nicht ausreicht, kann im Gegentakt hierzu das Schaltventil 34 geschlossen werden. Hiermit sind die Kühlleistungen und die Heizleistungen unabhängig voneinander regelbar.

**[0042]** Fig. 6 zeigt den Betriebszustand „Enteisung, Linksbetrieb“. Hierbei soll eine Eisschicht an der Luftseite des Außenwärmeübertragers 24, die sich im Heizbetrieb und im Mischbetrieb bilden kann, entfernt werden. In diesem Betriebszustand sind die Schaltventile 17, 25, 29, 34 geschlossen. Vom Kältemittelverdichter 2 verdichtetes Kältemittel wird über das geöffnete Schaltventil 34 durch den zu enteisenenden Außenwärmeübertrager 24 gepumpt. Das Kältemittel ist dabei so heiß, dass eine eventuelle bestehende Vereisung des Außenwärmeübertragers 24 abgebaut wird. Im Unterschied zu dem in Fig. 5 beschriebenen Mischbetrieb mit hohem Kühlanteil ist bei dem in Fig. 6 gezeigten Betriebszustand kein Heizbetrieb vorgesehen, d.h. das Schaltventil 6 ist geschlossen.

**[0043]** Durch die Regelung des Mitteldruckexpansionsorgans 19 wird der Druck im Außenwärmeübertrager 24 so eingeregelt, dass sich eine hohe Temperatur und Leistung einstellt, die zu einer schnellen Enteisung führt.

[0044] Vorteilhaft ist hierbei, dass das heiße Kältemittel über den Knotenpunkt 28 in den Außenwärmeübertrager dort eintritt, wo gewöhnlich die stärkste Vereisung auftritt. Dadurch kann die Zeitdauer für die Enteisung so kurz gehalten werden, dass der Ausfall an Heizleistung durch die thermische Trägheit des Heizkreislaufs 8 abgepuffert werden kann.

[0045] Fig. 7 zeigt eine Schaltvariante im Betriebszustand „Enteisung, Rechtsprozess“. Falls die Leistung zur Enteisung im Linksprozess noch zu niedrig ist, kann die Leistung durch folgende Anordnung erhöht werden. Hier sind die Schaltventile 6, 17, 25, 29 sowie die Expansionsorgane 13, 20 geschlossen. In der Kältemittelleitung 40 zwischen dem Schaltventil 34 und dem Außenwärmeübertrager 24 kann ferner ein Drosselventil 38 mit einem Schaltventil 39 im Bypass hierzu vorgesehen sein. Das Schaltventil 39 ist hier jedoch geschlossen, in den Betriebsarten „Kühlbetrieb“ und „Mischbetrieb“ mit hohem Kühlantrieb jedoch geöffnet. Vom Kältemittelverdichter 2 verdichtetes Kältemittel wird über das Schaltventil 34 durch die Drossel 39 entspannt. Im Außenwärmeübertrager 24 gibt das Kältemittel Wärme ab und enteist ihn dabei und wird durch das Schaltventil 23, das geöffnete Mitteldruckexpansionsorgan 19, das Schaltventil 33 in den Niederdrucksammler 31 gepumpt. Von dort wird es erneut über den Niederdruckeingang 3 des Kältemittelverdichters 2 angesaugt.

[0046] Alternativ zur Kombination Schaltventil 39 und feste Drossel 38 kann auch ein elektrisches gesteuertes Expansionsorgan verwendet werden.

[0047] Fig. 8 zeigt die Variante „Variables Mitteldruckniveau“. Hier sind die Schaltventile 33, 34 geschlossen (analog reiner Heizbetrieb). Im Unterschied zum reinen Heizbetrieb ist anstatt eines Schaltventils 17 ein regelbares Ventil 17a vorgesehen, wodurch sich das Mitteldruckniveau, auf dem dem Kältemittelverdichter 2 über den Mitteldruckeingang 4 Kältemittel zugeführt wird, variieren lässt. Somit kann im Betriebszustand „Heizen“ ein „Mischbetrieb“ mit hohem Heizanteil die Verdampfertemperatur im Verdampfer geregelt werden.

[0048] Die wesentlichen Merkmale der oben beschriebenen Anordnung funktionieren übrigens auch ohne die optionalen Wärmetauscherzweige durch den zweiten Mitteldruckwärmetauscher 21 und den NT-Wärmetauscher 26.

### Patentansprüche

1. Heiz-/Kühlkreislauf (1) für Fahrzeuge, mit

- einem Kältemittelverdichter (2), der einen Niederdruckeingang (3), einen Mitteldruckeingang (4) und einen Hochdruckausgang (5) aufweist,
- mindestens einem ersten Hochdruckexpansionsor-

gan (13, 20), mittels dem Kältemittel von einem Hochdruckniveau ( $p_2$ ) auf ein Mitteldruckniveau ( $p_1$ ) entspannt wird,

- mindestens einem von in einen Fahrgastraum strömender Luft (12) durchströmten und als Verdampfer (14) fungierenden ersten Mitteldruckwärmetauscher, über den das Kältemittel Wärme aus der Luft (12) aufnehmen kann,
- einem Abscheider (15), dem von dem ersten Mitteldruckwärmetauscher abströmendes Kältemittel zugeführt wird, wobei der Abscheider (15)
  - einen Gasausgang (16) aufweist, über den gasförmiges Kältemittel zu dem Mitteldruckeingang (4) strömen kann, und
  - einen Ausgang (18), für flüssiges Kältemittel,
- mindestens einem Mitteldruckexpansionsorgan (19), über das von dem Ausgang (18) für flüssiges Kältemittel kommendes Kältemittel auf ein Niederdruckniveau ( $p_0$ ) entspannt wird,
- mindestens einem ersten Niederdruckwärmetauscher, über den auf Niederdruckniveau ( $p_0$ ) entspanntes Kältemittel zum Niederdruckeingang (3) des Kältemittelverdichters (2) gelangt.

2. Heiz-/Kühlkreislauf (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Kältemittelverdichter (2) und dem mindestens einen ersten Hochdruckexpansionsorgan (13, 20) ein Kältemittel-/Heizflüssigkeitswärmetauscher (7) angeordnet ist, über den Wärme von dem Kältemittel an die Heizflüssigkeit eines Heizkreislaufs (8) übertragbar ist.

3. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Heizkreislauf (8) eine Heizflüssigkeitspumpe (9) und einen Heizungswärmetauscher (11) aufweist, über den Wärme an die in einen Fahrgastraum des Fahrzeugs strömende Luft übertragbar ist.

4. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass, in Richtung der in den Fahrgastraum strömenden Luft (12) betrachtet, der Mitteldruckwärmetauscher stromaufwärts in Bezug auf den Heizungswärmetauscher (11) angeordnet ist.

5. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein zweiter Mitteldruckwärmetauscher (21) vorgesehen ist, über den das Kältemittel Abwärme von einer zu kühlenden Fahrzeugkomponente aufnimmt.

6. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und der mindestens eine zweite Mitteldruckwärmetauscher (21) parallel geschaltet sind, wobei das erste Hochdruckexpansionsorgan (13) vor dem ersten Mitteldruckwärmetauscher und mindestens ein weiteres

Hochdruckexpansionsorgan (20) vor dem mindestens einen zweiten Mitteldruckwärmetauscher (21) angeordnet ist.

7. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich mindestens bei einem der Expansionsorgane um ein elektrisch ansteuerbares und/oder elektrisch regelbares Expansionsorgan handelt.

8. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine zweite Mitteldruckwärmetauscher (21) über ein Rückschlagventil (22) mit einem Eingang des Abscheiders (15) verbunden ist.

9. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein zweiter Niederdruckwärmetauscher vorgesehen ist, über den das Kältemittel Abwärme von einer zu kühlenden Fahrzeugkomponente aufnimmt.

10. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Niederdruckwärmetauscher über ein Rückschlagventil (27) und ein Absperrventil (29) mit einem Niederdrucksammler (31) verbunden sind.

11. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ausgang des mindestens einen Niederdruckwärmetauschers über den Niederdrucksammler (31) mit dem Niederdruckeingang (3) des Kältemittelverdichters (2) verbunden ist.

12. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ausgang (18) für Flüssigkeit des Abscheiders (15) über ein Absperrventil (33) mit dem Niederdrucksammler (31) verbunden ist.

13. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ausgang eines Schaltventils (34) mit einem regelbaren Ventil oder einer Schaltventil-/Entspannungsdrosselkombination (38, 39) verbunden ist, die das Kältemittel in den ersten Niederdruckwärmetauscher leitet.

14. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltventil (34) und eine Kältemittelleitung (40) so angeordnet sind, dass der erste Niederdruckwärmetauscher von Kältemittel in anderer Richtung als im Heizbetrieb durchströmt werden kann.

15. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schaltventil (17) vorgesehen ist,

über das gasförmige Kältemittel zu dem Mitteldruckeingang (4) des Kältemittelverdichters (2) geleitet werden kann.

16. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltventil (17) elektrisch ansteuerbar und/oder elektrisch regelbar ist.

17. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Kältemittelverdichter (2) und dem mindestens einen Hochdruckexpansionsorgan (13, 20) ein Kältemittel-/Luftwärmetauscher angeordnet ist, über den Wärme von dem Kältemittel an die einen Fahrgastraum beheizende Luft übertragbar ist.

18. Heiz-/Kühlkreislauf (1) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kältemittel-/Luftwärmetauscher in Richtung der in den Fahrgastraum strömenden Luft stromabwärts in Bezug auf den Mitteldruckwärmetauscher angeordnet ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

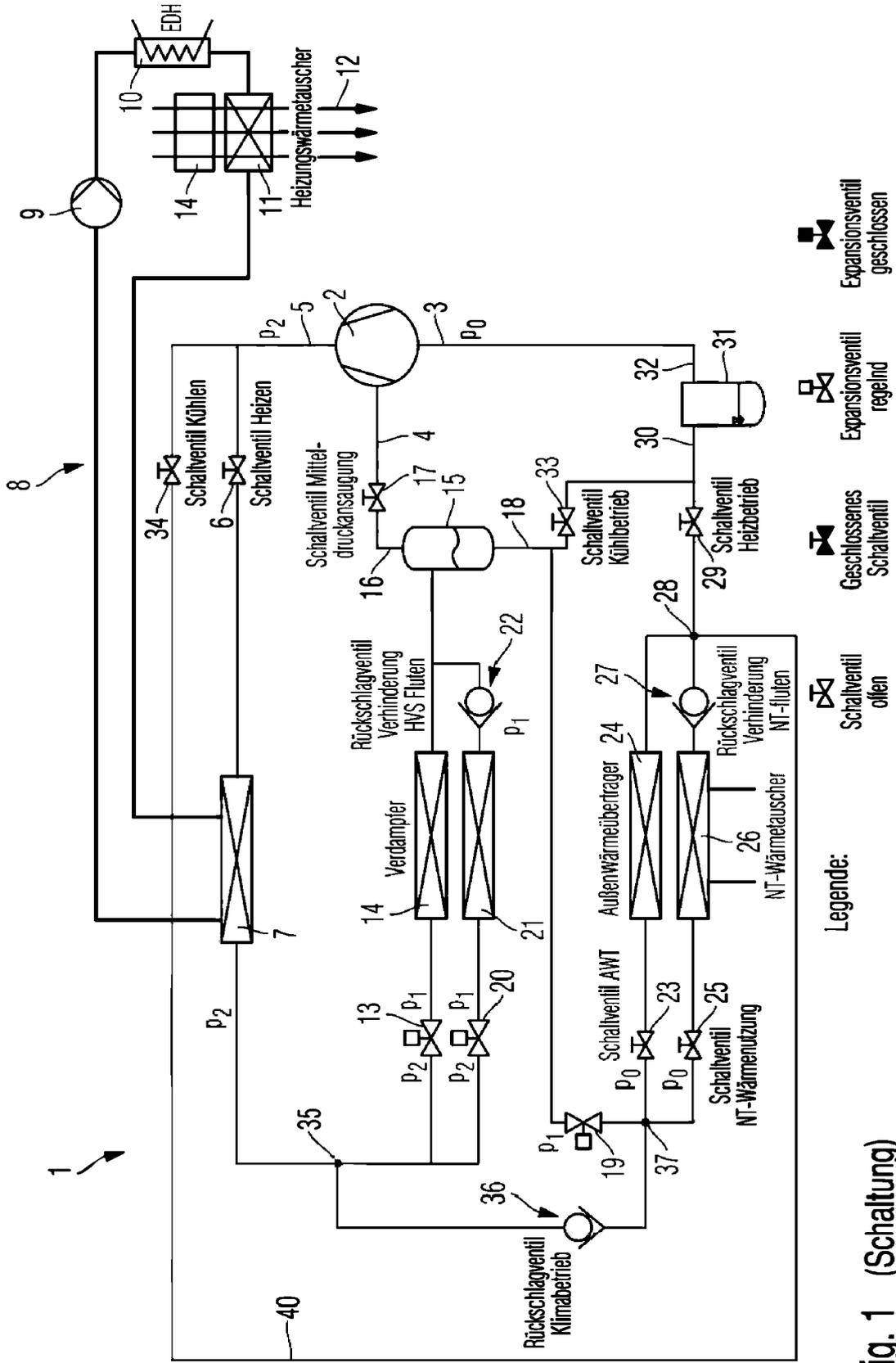


Fig. 1 (Schaltung)

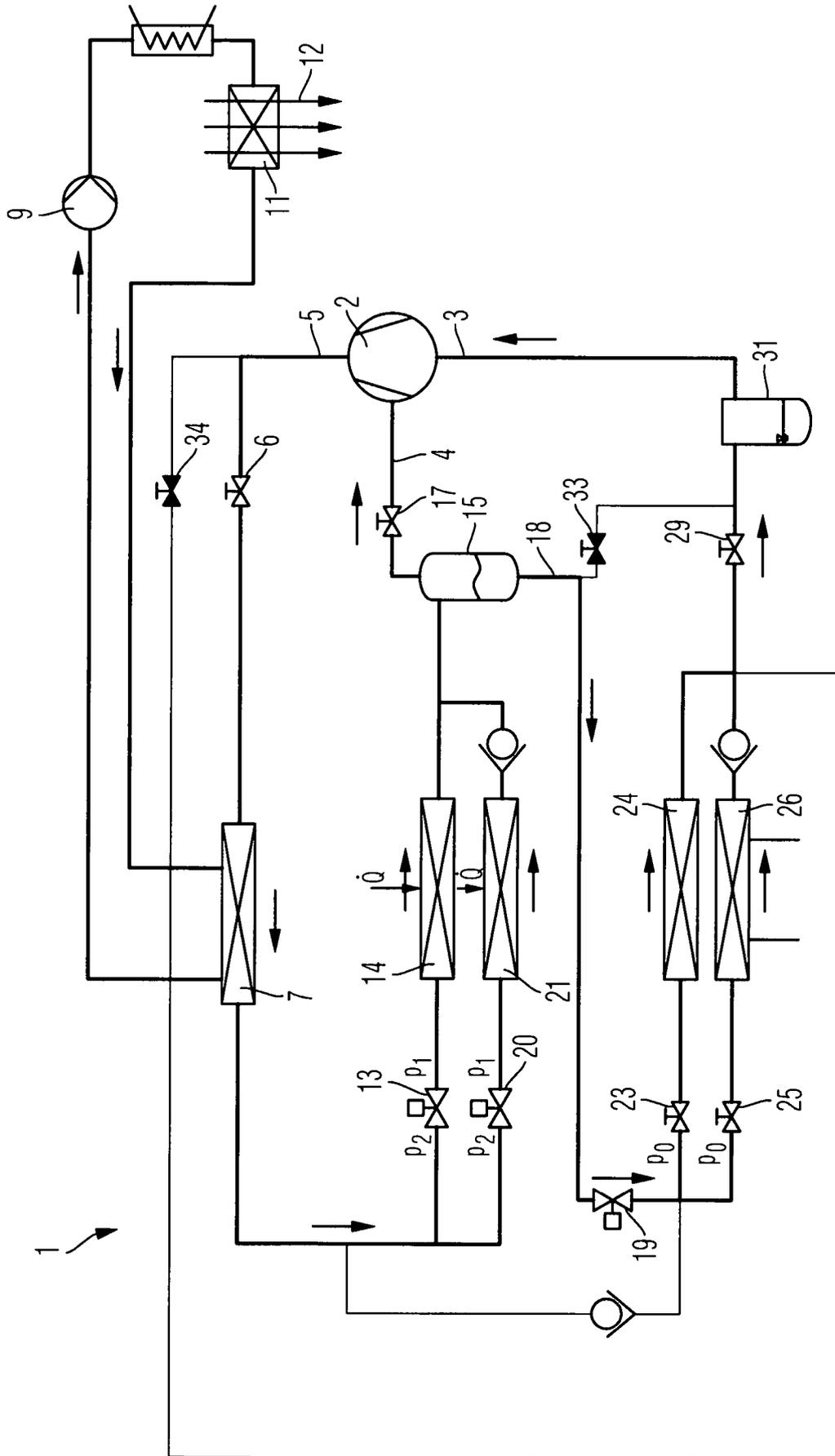


Fig. 2 (Reiner Heizbetrieb)

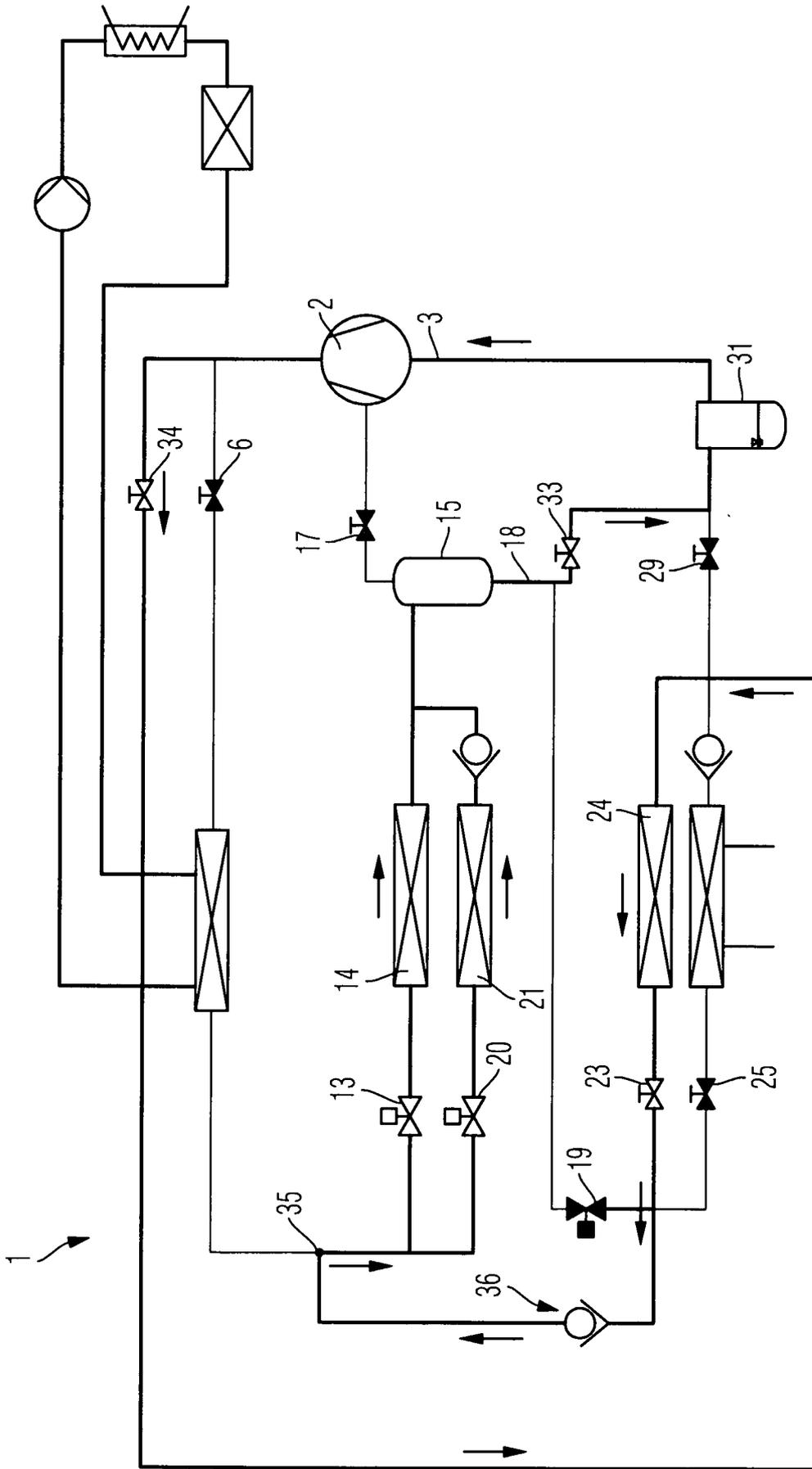


Fig. 3 (Reiner Kühlbetrieb)

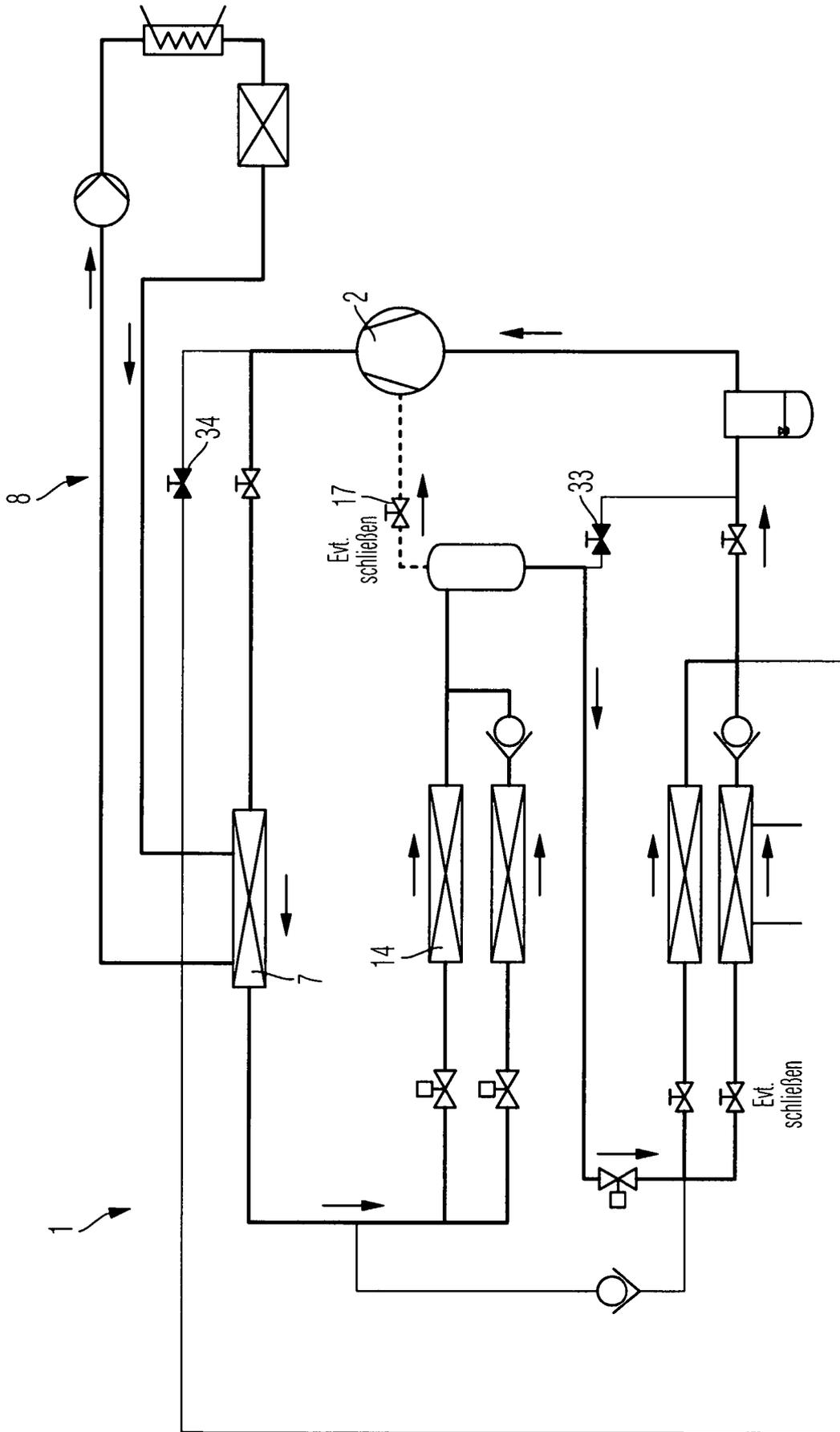


Fig. 4 (Mischbetrieb mit hohem Heizanteil)

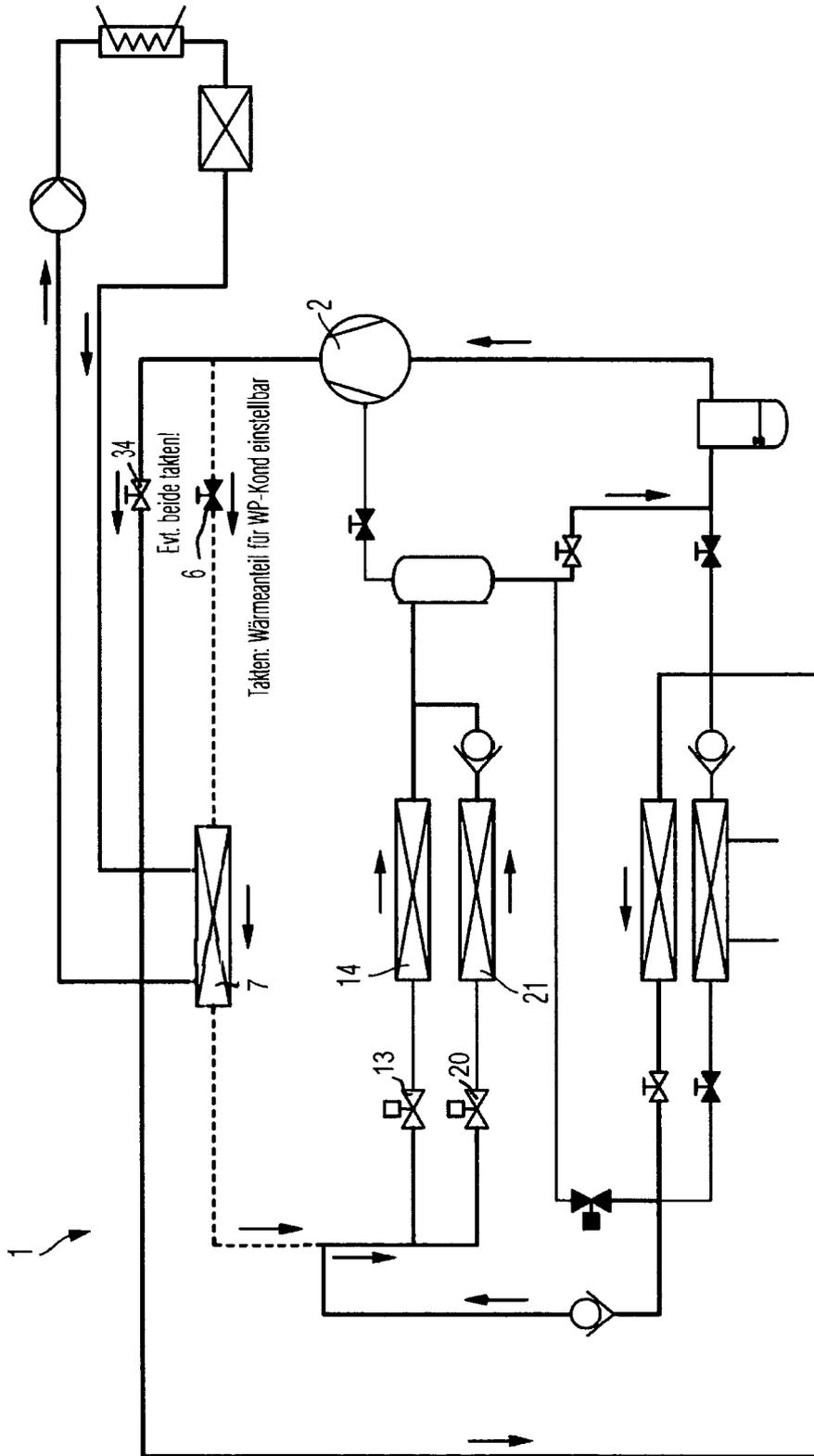


Fig. 5 (Mischbetrieb mit hohem Kühlanteil)

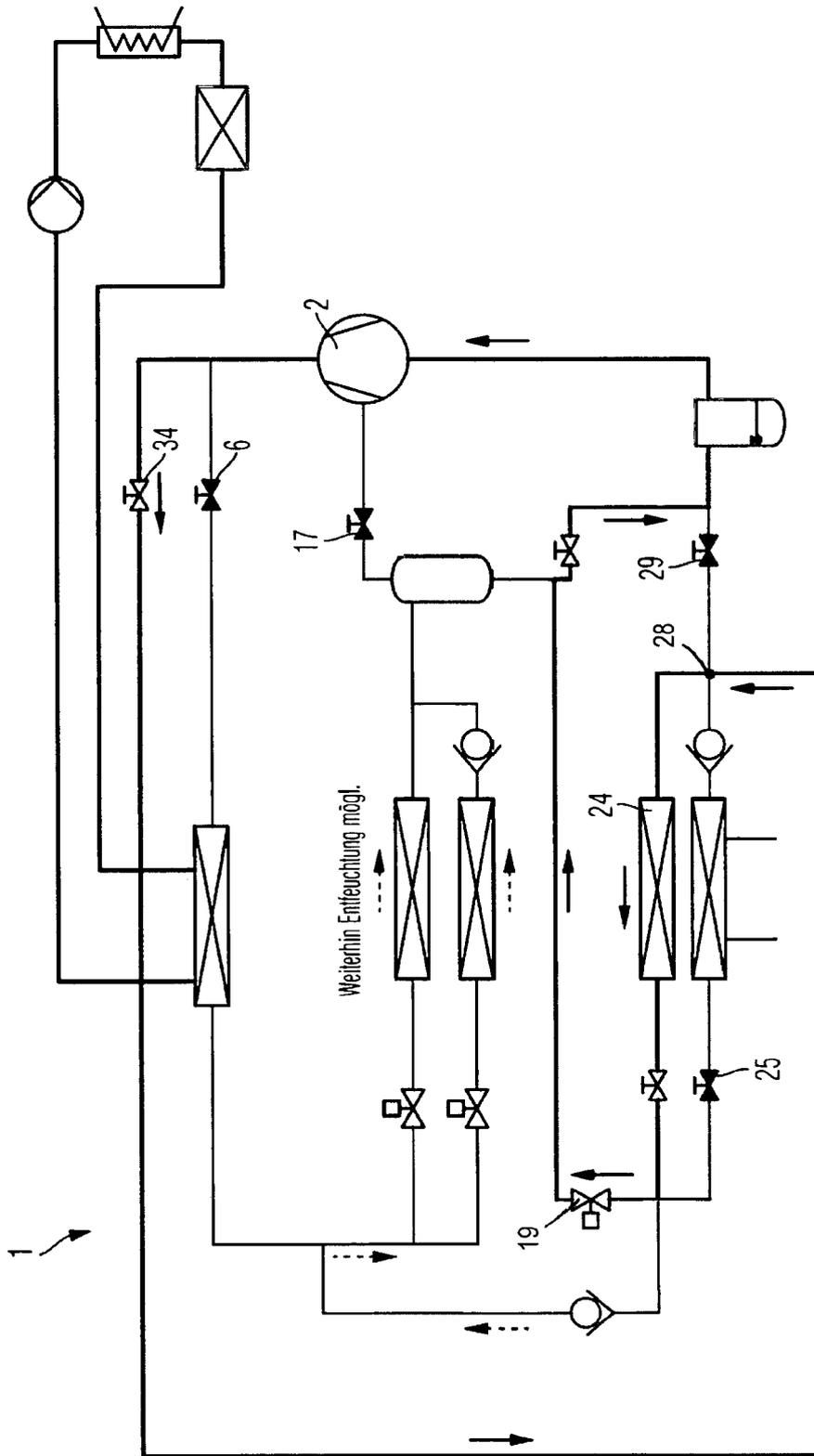


Fig. 6 (Enteisung, Linksbetrieb)



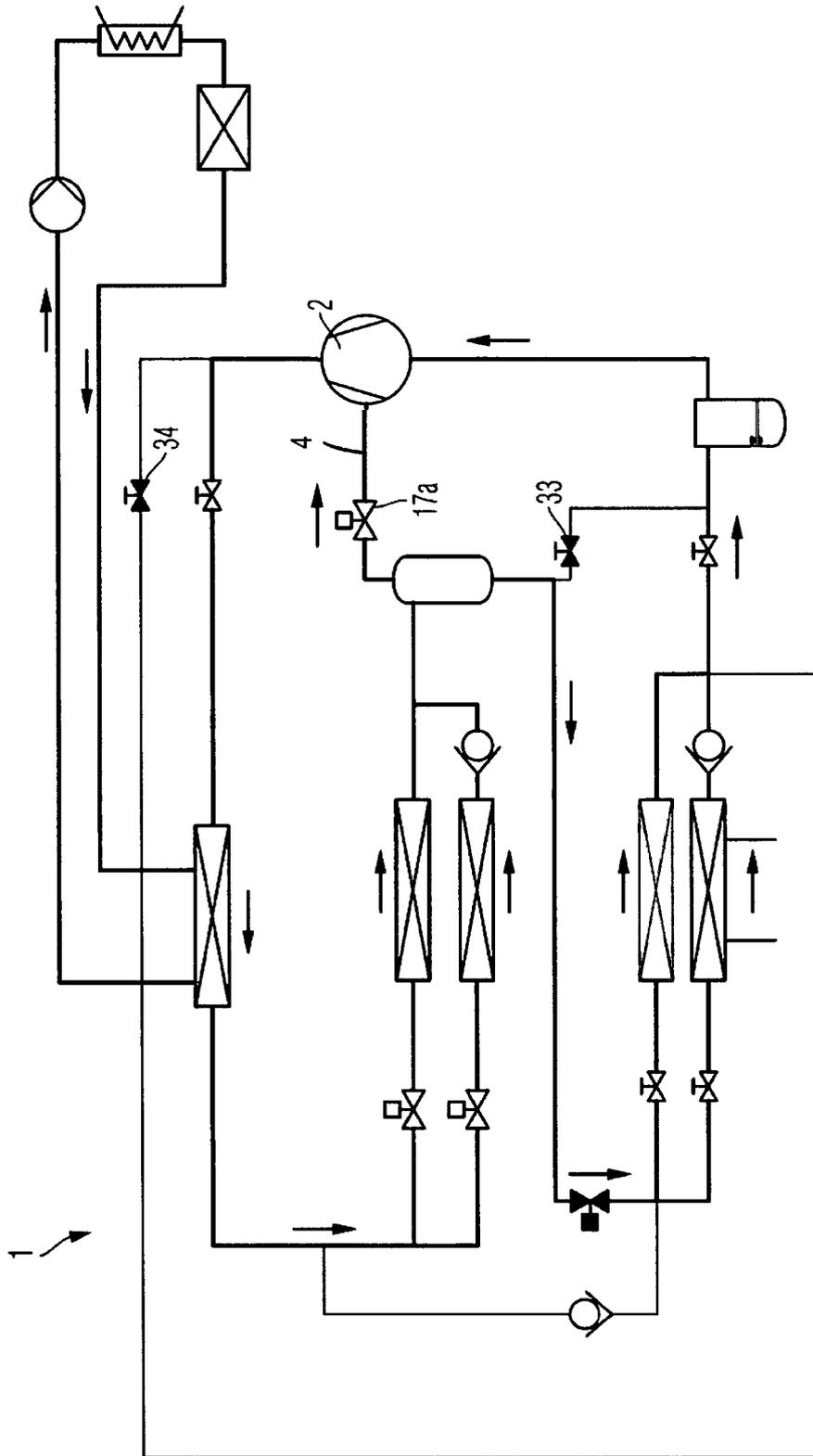


Fig. 8 (Variables Mitteldruckniveau)