



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 206 770.7**

(22) Anmeldetag: **08.04.2014**

(43) Offenlegungstag: **08.10.2015**

(51) Int Cl.: **H01M 10/63 (2014.01)**

**H01M 10/613 (2014.01)**

**H01M 10/625 (2014.01)**

**B60H 1/32 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**MAHLE Behr GmbH & Co. KG, 70469 Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:  
**BRP Renaud und Partner mbB, 70173 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Seitz, Matthias, Dipl.-Ing., 70193 Stuttgart, DE;**  
**Schmid, Caroline, Dipl.-Ing., 70192 Stuttgart, DE;**  
**Hofmann, Herbert, Dr.-Ing., 70376 Stuttgart, DE;**  
**Hirsch, Stefan, Dipl.-Ing., 70180 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2011 113 242 A1**

**DE 10 2012 210 221 A1**

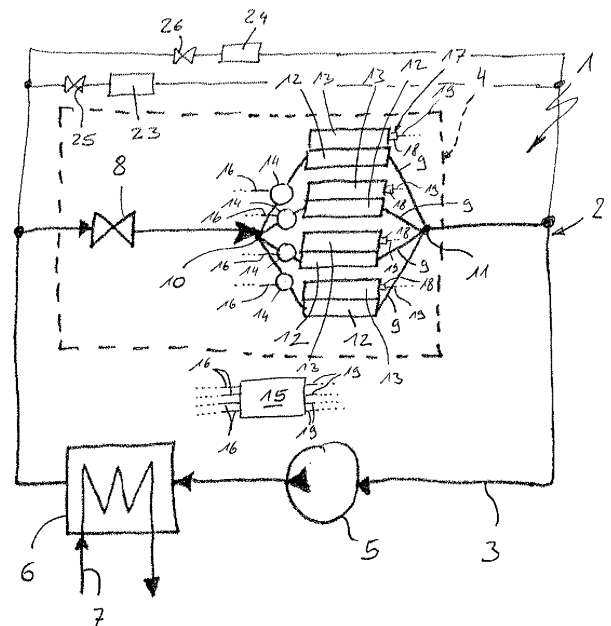
**WO 2013/ 093 991 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Batteriekühleinrichtung und zugehöriges Betriebsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Batteriekühleinrichtung (1), insbesondere für ein Fahrzeug mit Elektroantrieb, mit einem Kältekreis (2), der mehrere parallel von einem Kältemittel durchströmbare Kältemittelpfade (9) aufweist, in denen jeweils wenigstens ein Kühlelement (12) oder wenigstens ein Kühlelementabschnitt (12') angeordnet ist, wobei das jeweilige Kühlelement (12) oder der jeweilige Kühlelementabschnitt (12') vom Kältemittel durchströmbar in den jeweiligen Kältemittelpfad (9) eingebunden ist und im Einbauzustand mit wenigstens einer zu kühlenden Batterie (13) wärmeübertragend gekoppelt ist. Eine verbesserte Temperaturverteilung lässt sich erreichen, wenn jeder Kältemittelpfad (9) mittels einer Ventileinrichtung (14) hinsichtlich seiner Durchströmung mit Kältemittel steuerbar ist, wobei die jeweilige Ventileinrichtung (14) stromab eines Aufzweigungsbereichs (10), in dem die Kältemittelpfade (9) von einer Kältemittelhauptleitung (3) des Kältekreises (2) abzweigen, und stromauf eines Vereinigungsbereichs (11) im jeweiligen Kältemittelpfad (9) angeordnet ist, indem die Kältemittelpfade (9) an die Kältemittelhauptleitung (3) angeschlossen sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Batteriekühleinrichtung, insbesondere für ein Fahrzeug mit Elektroantrieb. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Kühlen von Batterien, insbesondere eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb.

**[0002]** Fahrzeuge mit Elektroantrieb sind beispielsweise reine Elektrofahrzeuge, die ausschließlich einen Elektroantrieb aufweisen, oder Hybridfahrzeuge, die zusätzlich zu einem Elektroantrieb einen weiteren Antrieb aufweisen. Insbesondere fallen darunter auch Fahrzeuge, die mit einem sogenannten "range extender" ausgestattet sind. Bei derartigen Fahrzeugen kommen Batterien zum Einsatz, um elektrische Energie zu speichern. Bei der Stromabgabe sowie beim Aufladen der Batterien können sich diese erwärmen. Erhöhte Temperaturen wirken sich jedoch nachteilig auf die Leistungsfähigkeit der Batterien aus. Dementsprechend sind Batteriekühleinrichtungen erforderlich, um die im Betrieb des Fahrzeugs an den Batterien entstehende Wärme abzuführen, beispielsweise um die Lebensdauer der Batterien zu erhöhen. Für den Fall, dass in einem Fahrzeug mehrere Batterien zum Einsatz kommen, ist es ferner wichtig, dass die Batterien möglichst auf dem gleichen Temperaturniveau betrieben werden können.

**[0003]** Aus der US 2011/0 206 967 A1 ist ein Fahrzeug mit Elektroantrieb und Batteriekühleinrichtung bekannt, wobei die Batteriekühleinrichtung mit einem Kältekreis ausgestattet ist. Der Kältekreis enthält in üblicher Weise in einem geschlossenen Kältemittelpfad einen Kompressor zum Komprimieren eines im Kältemittelpfad zirkulierenden Kältemittels. Stromab des Kompressors ist ein Kondensator angeordnet, um das komprimierte Kältemittel zu verflüssigen. Stromab des Kondensators ist eine Expansionseinrichtung vorgesehen, um das verflüssigte Kältemittel zu entspannen, wobei es sich gleichzeitig entsprechend abkühlt. Ferner sind im Kältemittelpfad stromab der Expansionseinrichtung Kühlelemente angeordnet, die wärmeübertragend mit Batterien gekoppelt sind. Die Kühlelemente dienen im Kältekreis als Verdampfer, die das Kältemittel verdampfen.

**[0004]** Aus der DE 10 2012 005 871 A1 ist ein plattenförmiges Kühlelement bekannt, in dem mehrere von einem Kühlmittel parallel durchströmbare Kühlkanäle enthalten sind.

**[0005]** Aus der EP 2 305 496 B1 ist eine weitere Batteriekühleinrichtung bekannt, bei der ebenfalls ein plattenförmiges Kühlelement zum Einsatz kommt.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Batteriekühleinrichtung bzw. für ein zugehöriges Betriebsverfahren eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich ins-

besondere dadurch auszeichnet, dass auch bei einer größeren Anzahl an Batterien mit Hilfe der Batteriekühleinrichtung eine möglichst lange Lebensdauer für die Batterien erzielbar ist.

**[0007]** Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0008]** Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, im Kältekreis mehrere Kältemittelpfade vorzusehen, die vom Kältemittel parallel durchströmbare sind und in denen jeweils wenigstens ein Kühlelement oder wenigstens ein Kühlelementabschnitt angeordnet ist, derart, dass das jeweilige Kühlelement bzw. der jeweilige Kühlelementabschnitt vom Kältemittel durchströmbare ist. Im Einbauzustand der Batteriekühleinrichtung sind die Kühlelemente bzw. die Kühlelementabschnitte mit den zu kühlenden Batterien wärmeübertragend gekoppelt. Die Erfindung schlägt außerdem vor, die Kältemittelpfade und/oder wenigstens eine mehrere Kältemittelpfade umfassende Kältemittelpfadgruppe mittels Ventileinrichtungen hinsichtlich einer Durchströmung mit Kältemittel zu steuern. Dabei ist die jeweilige Ventileinrichtung stromab eines Abzweigbereichs, in dem die Kältemittelpfade und/oder die jeweilige Kältemittelpfadgruppe von einer Kältemittelhauptleitung des Kältekreises abzweigen, und stromauf eines Vereinigungsbereichs im jeweiligen Kältemittelpfad angeordnet, in dem die Kältemittelpfade und/oder die jeweilige Kältemittelpfadgruppe wieder an die Kältemittelhauptleitung angeschlossen sind. Durch diese Bauweise lassen sich die einzelnen Kältemittelpfade und/oder die jeweilige Kältemittelpfadgruppe mit Hilfe der Ventileinrichtungen besonders einfach separat bzw. gruppenweise hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel steuern. In Verbindung mit einer entsprechenden Temperaturüberwachung ist es dadurch besonders einfach möglich, die einzelnen Kältemittelpfade und/oder die jeweilige Kältemittelpfadgruppe abhängig vom jeweiligen Kühlbedarf zu durchströmen. Die hier vorgestellte Bauweise ermöglicht es somit, die einzelnen Batterien vor einer Überhitzung zu schützen, was deren Lebensdauer erhöht.

**[0009]** Gerade bei Fahrzeuganwendungen werden häufig mehrere Batterien zu einem Batterieblock zusammengefasst, wobei innerhalb eines derartigen Batterieblocks die einzelne Batterie auch als Batteriezelle bezeichnet werden kann. Die hier vorgestellten Kühlelemente können nun einem solchen Batterieblock oder aber einzelnen Batterien bzw. Batteriezellen zugeordnet sein.

**[0010]** Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind keine Kältemittelpfadgruppen vorhanden, so dass alle Kältemittelpfade mittels separaten

Ventileinrichtungen individuell gesteuert werden können.

**[0011]** Bei einer vereinfachten Ausführungsform kann allen Kältemittelpfaden ebenfalls jeweils eine separate Ventileinrichtung zugeordnet sein, wobei dennoch eine Gruppierung der Kältemittelpfade in individuell gesteuerte Gruppen möglich ist, z.B. um die Kühlleistung möglichst konstant auf einem hohen Niveau zu halten. In diesem Fall sind die Kältemittelpfade einer solchen Kältemittelpfadgruppe jeweils mittels einer separaten Ventileinrichtung hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel individuell steuerbar. Beispielsweise können neun Kältemittelpfade mit laufenden Nummern 1 bis 9 vorgesehen sein, die insgesamt in drei Kältemittelpfadgruppen eingeteilt sein können. Eine erste Kältemittelpfadgruppe kann z.B. die Kältemittelpfade Nr. 1 bis 3 enthalten. Eine zweite Kältemittelpfadgruppe kann z.B. die Kältemittelpfade Nr. 4 bis 6 enthalten. Eine dritte Kältemittelpfadgruppe kann z.B. die Kältemittelpfade Nr. 7 bis 9 enthalten. Somit können die Kältemittelpfade der drei Kältemittelpfadgruppen durch eine synchronisierte Ansteuerung der zugehörigen Ventileinrichtungen nacheinander durchströmt werden.

**[0012]** Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Kältemittelpfade einer solchen Kältemittelpfadgruppe mittels einer gemeinsamen Ventileinrichtung hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gruppenweise steuerbar sind. Im obigen Beispiel ist dann den drei Kältemittelpfaden der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe jeweils eine gemeinsame Ventileinrichtung zugeordnet.

**[0013]** In einer weiteren Alternativen können die Kältemittelpfade einer solchen Kältemittelpfadgruppe mittels einer gemeinsamen Ventileinrichtung hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel individuell steuerbar sein. Denkbar ist beispielsweise eine Ventileinrichtung, mit deren Hilfe zwei oder mehr Kältemittelpfade mit einem gemeinsamen Anschluss (Einlass oder Auslass) der Kältemittelpfadgruppe wahlweise verbindbar sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass immer zumindest einer der Kältemittelpfade der Kältemittelpfadgruppe mit dem gemeinsamen Anschluss verbunden ist, während alle anderen Kältemittelpfade dieser Kältemittelpfadgruppe dann gesperrt sind. Demnach wird zumindest einer der Kältemittelpfade dieser Kältemittelpfadgruppe immer durchströmt, wobei mittels der Ventileinrichtung der jeweils durchströmte Kältemittelpfad ausgewählt werden kann.

**[0014]** Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann die jeweilige Ventileinrichtung als Auf-Zu-Ventil ausgestaltet sein, das nur zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung umschaltbar ist. Derartige Ventileinrichtungen lassen sich besonders preiswert herstellen und besitzen ei-

ne hohe Zuverlässigkeit. Beispielsweise kann ein derartiges Auf-Zu-Ventil als Magnetventil ausgestaltet sein, dessen Ventilglied elektromagnetisch verstellbar ist. Ein derartiges Magnetventil kann im unbestromten Zustand die eine Schaltstellung, z.B. die Schließstellung, und im bestromten Zustand die andere Schaltstellung, z.B. die Offenstellung, einnehmen. Bei entsprechender Auslegung des Kältekreis lässt sich dadurch auch ein Fail-Safe-Prinzip realisieren, so dass bei einem Stromausfall die Gefahr einer Beschädigung der Batteriekühleinrichtung reduziert ist.

**[0015]** Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann eine Steuereinrichtung zum Ansteuern der Ventileinrichtungen vorgesehen sein, die mit den Ventileinrichtungen auf geeignete Weise gekoppelt ist, beispielsweise mittels elektrischer Leitungen, und die so ausgestaltet und/oder programmiert ist, dass sie im Betrieb der Batteriekühleinrichtung die Ventileinrichtungen so ansteuert, dass die einzelnen Kältemittelpfade zeitlich nacheinander vom gesamten, in der Kältemittelhauptleitung strömenden Kältemittelstrom durchströmt werden. Durch diese Maßnahme ist sichergestellt, dass stets ein definierter Kältemittelstrom, also insbesondere ein bekannter Volumenstrom, durch die einzelnen Kältemittelpfade strömt. Durch diesen bekannten Parameter lässt sich die Kühlleistung des jeweiligen Kältemittelpfades relativ genau bestimmen. Des Weiteren kann durch diese Maßnahme innerhalb des Kältekreis eine sogenannte "Ölfalle" vermieden werden. Zur Schmierung des im Kältekreis üblicherweise enthaltenen Kompressors enthält das Kältemittel einen bestimmten Schmiermittelanteil, wobei es sich beim Schmiermittel in der Regel um ein Öl handelt. Während das Kältemittel innerhalb des Kältekreis gemäß dem Kreisprozess verdampft und kondensiert, verbleibt das Schmiermittel in der Regel flüssig und kann sich in einem geodätisch tief liegenden Kältemittelpfad ansammeln. Durch die Beaufschlagung aller Kältemittelpfade nacheinander mit dem gesamten Kältemittelstrom werden alle Kältemittelpfade zwangsläufig gespült, wodurch sämtliche Schmiermittelanlagerungen abgeführt werden können.

**[0016]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Steuereinrichtung so ausgestaltet und/oder programmiert sein, dass sie im Betrieb der Batteriekühleinrichtung nacheinander jeweils nur eine der Ventileinrichtungen zum Öffnen ansteuert, während sie gleichzeitig alle anderen Ventileinrichtungen zum Schließen ansteuert. Entsprechendes gilt bei einer Gruppierung der Kältemittelpfade, so dass dann nur die der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe zugeordnete(n) Ventileinrichtung(en) zum Öffnen angesteuert werden, während alle anderen Ventileinrichtungen in deren Schließstellung verstellt sind. Auf diese Weise wird besonders einfach erreicht, dass der gesamte Kältemittelstrom, der auch in der Kältemittelhauptlei-

tung strömt, durch den jeweiligen einzelnen geöffneten Kältemittelpfad bzw. durch die jeweilige Kältemittelpfadgruppe strömt. Somit steht die gesamte Kühlleistung des Kältekreislaufes dem jeweiligen Kältemittelpfad bzw. der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe zur Verfügung.

**[0017]** Bei einer anderen Weiterbildung kann eine Temperatursensorik zur Erfassung der Temperaturen der einzelnen Kältemittelpfade bzw. Kältemittelpfadgruppen zugeordneten Batterien vorgesehen sein, die mit der Steuereinrichtung auf geeignete Weise gekoppelt ist, beispielsweise über entsprechende elektrische Leitungen. Die Steuereinrichtung kann dabei so ausgestaltet und/oder programmiert sein, dass sie abhängig von den ermittelten Temperaturen Öffnungszeiten der Ventileinrichtungen auswählt, derart, dass die Ventileinrichtung des jeweiligen Kältemittelpfades umso länger zum Öffnen angesteuert wird, je höher die Temperatur wenigstens einer diesem Kältemittelpfad bzw. dieser Kältemittelpfadgruppe zugeordneten Batterie ist oder je höher die mittlere Temperatur aller Batterien dieses Kältemittelpfades bzw. dieser Kältemittelpfadgruppe ist. Mit anderen Worten, je höher der Kühlbedarf im jeweiligen Kältemittelpfad bzw. in der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe ist, desto länger wird dieser Kältemittelpfad bzw. wird diese Kältemittelpfadgruppe vom gesamten Kältemittelstrom durchströmt. Auf diese Weise lässt sich eine bedarfsgerechte Kühlung der einzelnen Batterien bzw. der einzelnen Kältemittelpfade bzw. der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe zugeordneten Batterien erzielen.

**[0018]** Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Steuerung so ausgestaltet und/oder programmiert sein, dass sie für jeden Kältemittelpfad und/oder für jede Kältemittelpfadgruppe eine separate Temperaturregelung über eine Variation der Öffnungszeiten der zugehörigen Ventileinrichtungen durchführt. Somit lassen sich alle Kältemittelpfade bzw. Kältemittelpfadgruppen bedarfsgerecht mit Kältemittel durchströmen, um die Temperaturen der zugehörigen Batterien zu regeln. Bevorzugt ist dabei eine Zweipunktregelung, die sich besonders einfach realisieren lässt. Beispielsweise sorgt eine obere Grenztemperatur dafür, dass die Öffnungszeit der jeweiligen Ventileinrichtung um ein bestimmtes Maß vergrößert wird, während eine untere Grenztemperatur dafür sorgt, dass die Öffnungszeit der jeweiligen Ventileinrichtung wieder um ein bestimmtes Maß reduziert wird. Beispielsweise kann die Öffnungszeit zum Vergrößern der Kühlwirkung verdoppelt werden im Vergleich zu einem Normalbetrieb. Ebenso ist auch eine komplexere Temperaturregelung denkbar. Beispielsweise können in einem Kennfeld unterschiedliche Temperaturen hinterlegt sein, denen geeignete Öffnungszeiten für die jeweilige Ventileinrichtung zugeordnet sind. Die Zuordnungen können dabei von Kältemittelpfad zu Kältemittelpfad bzw. von

Kältemittelpfadgruppe zu Kältemittelpfadgruppe variieren, um die jeweiligen Randbedingungen der einzelnen Kältemittelpfade bzw. Kältemittelpfadgruppen zu berücksichtigen. Beispielsweise können die unterschiedlichen Kältemittelpfade bzw. Kältemittelpfadgruppe unterschiedlich lang sein und/oder einer unterschiedlichen Anzahl an Batterien zugeordnet sein und/oder eine unterschiedliche Anzahl an Kältemittelpfaden enthalten.

**[0019]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann wenigstens ein Kältemittelpfad mehrere vom Kältemittel seriell durchströmbare Kühlelemente oder mehrere vom Kältemittel seriell durchströmbare Kühlelementabschnitte enthalten. Auf diese Weise lässt sich die Wärmeübertragungskapazität bzw. die Kühlkapazität des einzelnen Kältemittelpfades entsprechend vergrößern.

**[0020]** Vorteilhaft ist eine Weiterbildung, bei der wenigstens ein Kältemittelpfad ein einziges Kühlelement enthält, das mehrere seriell vom Kältemittel durchströmbare Kältemittelabschnitte enthält. Auf diese Weise werden innerhalb eines einzigen Kühlelements mehrere Kühlelementabschnitte bereitgestellt, die vom Kältemittel nacheinander durchströmt werden.

**[0021]** Bei einer anderen Ausführungsform können mehrere oder alle separaten Kältemittelpfade zugeordneten Kühlelemente eine Kühlelementgruppe definieren, die für jeden zugehörigen Kältemittelpfad wenigstens ein separates Kühlelement aufweist. In diesem Fall sind den einzelnen Kältemittelpfaden keine Kühlelementabschnitte zugeordnet, sondern komplette Kühlelemente.

**[0022]** Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform können die jeweiligen Ventileinrichtungen stromauf des vom Kältemittel zuerst durchströmten Kühlelements oder Kühlelementabschnitts oder stromab des vom Kältemittel zuletzt durchströmten Kühlelements oder Kühlelementabschnitts im jeweiligen Kältemittelpfad bzw. in der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe angeordnet sein. Hierdurch vereinfacht sich der Aufbau der einzelnen Kältemittelpfade bzw. der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe, da die zugehörige Ventileinrichtung den zugehörigen Kühlelementen bzw. Kühlelementabschnitten lediglich vorgeschaltet bzw. nachgeschaltet werden muss.

**[0023]** Bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der jedem Kältemittelpfad, der nicht zu einer Kältemittelpfadgruppe gehört, eine separate Ventileinrichtung zugeordnet ist. Hierdurch lassen sich insbesondere zwei oder mehr parallele Kältemittelpfade realisieren, die unabhängig voneinander, insbesondere nacheinander, mit Kältemittel durchströmbar sind.

**[0024]** Alternativ oder zusätzlich kann bei einer anderen Ausführungsform vorgesehen sein, dass einer solchen Kältemittelpfadgruppe genau zwei Kältemittelpfade zugeordnet sind, wobei den Kältemittelpfaden dann eine gemeinsame Ventileinrichtung zugeordnet ist, und zwar derart, dass die jeweilige Ventileinrichtung in einer ersten Schaltstellung den ersten Kältemittelpfad dieser Kältemittelpfadgruppe sperrt und den zweiten Kältemittelpfad dieser Kältemittelpfadgruppe öffnet, während sie in einer zweiten Schaltstellung den ersten Kältemittelpfad öffnet und den zweiten Kältemittelpfad sperrt. Somit ist die jeweilige Ventileinrichtung zwei Kältemittelpfaden zugeordnet, wodurch diese Ausführungsform besonders preiswert realisierbar ist. Insbesondere umfasst der Kältekreis bei dieser Ausführungsform insgesamt nur zwei Kältemittelpfade.

**[0025]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Kühlen von Batterien nutzt einen Kältekreis, der mit den Batterien wärmeübertragend gekoppelte Kühlelemente oder Kühlelementabschnitte aufweist, wobei die Kühlelemente oder Kühlelementabschnitte auf mehrere parallel vom Kältemittel durchströmbare Kältemittelpfade verteilt angeordnet sind. Das erfindungsgemäße Verfahren charakterisiert sich dadurch, dass mehrere oder alle separaten Kältemittelpfade individuell hinsichtlich ihrer Durchströmung mit dem Kältemittel gesteuert werden. Somit lassen sich die einzelnen Kältemittelpfade hinsichtlich ihres aktuellen Kühlbedarfs mit Kältemittel durchströmen, was die Kühlung der jeweils zugeordneten Batterien optimiert und deren Lebensdauer vergrößert.

**[0026]** Insbesondere wird das Verfahren so durchgeführt, dass die individuelle Ansteuerung der Kältemittelpfade hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel letztlich zu einer homogenen Temperaturverteilung innerhalb der den einzelnen Kältemittelpfaden zugeordneten Batterien führt.

**[0027]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform können alle separaten Kältemittelpfade individuell hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gesteuert werden. Alternativ können zumindest zwei Kältemittelpfade zu einer Kältemittelpfadgruppe gehören, wobei die jeweilige Kältemittelpfadgruppe individuell hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gesteuert wird. Die der Kältemittelpfadgruppe zugehörigen Kältemittelpfade sind dabei gruppenweise hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gesteuert.

**[0028]** Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens können die separaten Kältemittelpfade zeitlich nacheinander vom ganzen im Kältekreis strömenden Kältemittelstrom durchströmt werden. Somit steht die gesamte Kühlleistung des Kältekreises jedem einzelnen Kältemittelpfad vorübergehend vollständig zur Verfügung.

**[0029]** Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung kann eine Zeitdauer, während der die einzelnen Kältemittelpfade vom ganzen Kältemittelstrom durchströmt werden, individuell für die einzelnen Kältemittelpfade in Abhängigkeit des aktuellen Kühlbedarfs des jeweiligen Kältemittelpfads ausgewählt werden. Somit lässt sich eine bedarfsgerechte Durchströmung der einzelnen Kältemittelpfade realisieren.

**[0030]** Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

**[0031]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0032]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

**[0033]** Es zeigen, jeweils schematisch,

**[0034]** Fig. 1 eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Batteriekühleinrichtung, mit einer in einem Kältekreis angeordneten Kühlelementanordnung,

**[0035]** Fig. 2–Fig. 4 stark vereinfachte, prinzipielle Darstellungen von Kühlelementanordnungen bei verschiedenen Ausführungsformen,

**[0036]** Fig. 5 eine stark vereinfachte prinzipielle Darstellung eines Kühlelements mit integrierter Ventileinrichtung bei einer ersten Schaltstellung a und bei einer zweiten Schaltstellung b.

**[0037]** Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Batteriekühleinrichtung 1, die bevorzugt in einem hier nicht gezeigten Fahrzeug mit Elektroantrieb zum Einsatz kommt, einen Kältekreis 2, der eine Kältemittelhauptleitung 3 aufweist, in die eine Kühlelementanordnung 4 eingebunden ist, die in Fig. 1 durch einen mit unterbrochener Linie gezeichneten Rahmen eingefasst ist. Der Kältekreis 2 enthält in seiner Kältemittelhauptleitung 3 in üblicher Weise einen Kompressor 5 zum Komprimieren des gasförmigen Kältemittels, das im geschlossenen Kältekreis 2 zirkuliert. Stromab des Kompressors 5 ist ein Kondensator 6 vorgesehen, der an einen Kühlkreis 7 angeschlossen ist und der dem dampfförmigen, komprimierten Kältemittel Wärme entzieht, so dass es kondensiert. Stromab des Kondensators 6 ist eine Expansionsein-

richtung **8** angeordnet, die hier zur Kühlelementanordnung **4** zählt und bei der es sich in der Regel um ein Expansionsventil handelt. Die Expansionseinrichtung **8** ist zum einen erforderlich, damit der Kompressor **5** den benötigten Druck im Kältemittel erzeugen kann. Zum anderen bewirkt die Expansionseinrichtung **8** eine Expansion bzw. eine Entspannung des gekühlten, unter Druck stehenden, flüssigen Kältemittels. Mit der Druckabsenkung geht eine Temperaturabsenkung einher, so dass stromab der Expansionseinrichtung **8** entspanntes, gekühltes und flüssiges Kältemittel vorliegt.

**[0038]** Im Kältekreis **2** können gemäß **Fig. 1** parallel zur Kühlelementanordnung **4** optional ein Frontverdampfer **23** und/oder ein Heckverdampfer **24** zugeordnet sein. Der Frontverdampfer **23** kann einer Frontklimatisierungseinrichtung des jeweiligen Fahrzeugs zugeordnet sein, während der Heckverdampfer **24** einer Heckklimatisierungseinrichtung des jeweiligen Fahrzeugs zugeordnet sein kann. Im Beispiel der **Fig. 1** ist dem jeweiligen zusätzlichen Verdampfer **23, 24** jeweils ein separates Expansionsventil **25** bzw. **26** zugeordnet.

**[0039]** Der Kältekreis **2** umfasst innerhalb der Kühlelementanordnung **4** außerdem mehrere Kältemittelpfade **9**, die vom Kältemittel parallel durchströmbar sind. Hierzu zweigen die Kältemittelpfade **9** in einem Abzweigungsbereich **10** von der Kältemittelhauptleitung **3** ab. In einem Vereinigungsbereich **11** sind die Kältemittelpfade **9** wieder in die Kältemittelhauptleitung **3** zurückgeführt. Im jeweiligen Kältemittelpfad **9** ist wenigstens ein Kühlelement **12** angeordnet, das vom Kältemittel durchströmbar ist. Im Beispiel der **Fig. 1** enthält jeder Kältemittelpfad **9** jeweils genau ein Kühlelement **12**, was jedoch rein exemplarisch zur Vereinfachung der Darstellung so ausgeführt ist. Ferner sind in **Fig. 1** auch rein exemplarisch genau vier Kältemittelpfade **9** wiedergegeben. Grundsätzlich ist auch hier eine beliebige andere Anzahl denkbar.

**[0040]** Entsprechend **Fig. 1** sind die Kühlelemente **12** jeweils mit wenigstens einer Batterie **13** wärmeübertragend gekoppelt, so dass in den Batterien **13** anfallende Wärme von den Kühlelementen **12** aufgenommen und im jeweiligen Kältemittelpfad **9** abgeführt werden kann.

**[0041]** Beispielsweise zeigen die **Fig. 2–Fig. 4** die Möglichkeit, insgesamt  $m$  Kältemittelpfade **9** vorzusehen, wobei  $m$  eine ganze Zahl  $\geq 2$  ist. Innerhalb des jeweiligen Kältemittelpfads **9** sind  $n$  Kühlelemente **12** enthalten, wobei  $n$  eine ganze Zahl  $\geq 2$  ist. Grundsätzlich kann innerhalb des jeweiligen Kältemittelpfads **9** auch nur ein einziges Kühlelement **12** enthalten sein. Ferner ist klar, dass innerhalb der einzelnen Kältemittelpfade **9** auch eine unterschiedliche Anzahl an Kühlelementen **12** enthalten sein kann. Ferner müssen die Kühlelemente **12** auch keine identische Bau-

form aufweisen, obwohl baugleiche Kühlelemente **12** für eine preiswerte Fertigung von Vorteil sind. In den **Fig. 2–Fig. 4** ist somit eine Matrix für die Kühlelemente **12** angedeutet, die 1 bis  $n$  Spalten und 1 bis  $m$  Zeilen aufweist.

**[0042]** Die Kältemittelpfade **9** sind hinsichtlich ihrer Durchströmbarkeit mit Kältemittel steuerbar. Zu diesem Zweck ist gemäß der **Fig. 1–Fig. 4** jeder Kältemittelpfad **9** mit einer Ventileinrichtung **14** ausgestattet. In den **Fig. 2–Fig. 4** ist die jeweilige Ventileinrichtung **14** außerdem mit  $V$  bezeichnet. In **Fig. 1** ist außerdem eine Steuereinrichtung **15** erkennbar, die auf geeignete Weise mit den Ventileinrichtungen **14** gekoppelt ist. Angedeutet sind beispielsweise entsprechende Steuerleitungen **16**. Ferner ist gemäß **Fig. 1** eine Temperatursensorik **17** vorgesehen, die im Beispiel mehrere Temperatursensoren **18** umfasst, die jeweils einer der Batterien **13** zugeordnet sind, um deren Temperatur zu erfassen. Die Temperatursensorik **17** bzw. die einzelnen Temperatursensoren **18** sind auf geeignete Weise mit der Steuereinrichtung **15** gekoppelt, beispielsweise über hier angedeutete Signalleitungen **19**. Die Steuereinrichtung **15** kann somit eine Temperaturregelung der einzelnen Kältemittelpfade **9** realisieren. Hierzu kann die Steuereinrichtung **15** beispielsweise die Öffnungszeiten der Ventileinrichtungen **14** abhängig von den ermittelten Temperaturen auswählen. Höhere Temperaturen signalisieren einen höheren Kühlbedarf im jeweiligen Kältemittelpfad **9**. Dementsprechend führt eine höhere Temperatur zu einer verlängerten Öffnungszeit bei der zugehörigen Ventileinrichtung **14**.

**[0043]** Die Steuereinrichtung **15** ist so ausgestaltet, dass sie die Ventileinrichtungen **14** so ansteuert, dass die einzelnen Kältemittelpfade **9** zeitlich nacheinander jeweils vom gesamten, in der Kältemittelhauptleitung **3** strömenden Kältemittelstrom durchströmt werden. Hierzu kann die Steuereinrichtung **15** nacheinander jeweils nur eine der Ventileinrichtungen **14** zum Öffnen ansteuern, während sie gleichzeitig alle anderen Ventileinrichtungen **14** zum Schließen ansteuert. Nach der vorbestimmten Öffnungszeit der jeweiligen offenen Ventileinrichtung **14** wird diese zum Schließen angesteuert, während gleichzeitig die nächste Ventileinrichtung **14** zum Öffnen angesteuert wird.

**[0044]** Wie sich den **Fig. 2–Fig. 4** entnehmen lässt, enthalten die hier gezeigten Kältemittelpfade **9** jeweils mehrere Kühlelemente **12**, die vom Kältemittel seriell durchströmt werden. Bei den Ausführungsformen der **Fig. 2–Fig. 4** definieren die Kühlelemente **12**, die den separaten Kältemittelpfaden **9** zugeordnet sind, eine Kühlelementgruppe **20**. Die jeweilige Kühlelementgruppe **20** weist für jeden zugehörigen Kältemittelpfad **9** zumindest ein separates Kühlelement **12** auf.

**[0045]** Bei der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform ist die jeweilige Ventileinrichtung **14** im zugehörigen Kältemittelpfad **9** stromauf des zuerst durchströmten Kühlelements **12** angeordnet. Außerdem befindet sich die jeweilige Ventileinrichtung **14** stromab des Abzweigungsbereichs **10**. Ferner ist in diesem Beispiel die Expansionseinrichtung **8** stromauf des Abzweigungsbereichs **10** angeordnet, also noch in der Kältemittelhauptleitung **3**.

**[0046]** Bei der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform sind die Ventileinrichtungen **14** innerhalb des jeweiligen Kältemittelpfads **9** stromab des zuletzt durchströmten Kühlelements **12** angeordnet. Ferner sind die Ventileinrichtungen **14** stromauf des Vereinigungsbereichs **11** angeordnet. Die Expansionseinrichtung **8** ist wieder stromauf des Abzweigungsbereichs **10** angeordnet.

**[0047]** **Fig. 4** zeigt nun eine Ausführungsform, bei der im Unterschied zu den **Fig. 1–Fig. 3** keine in der Kältemittelhauptleitung **3** angeordnete gemeinsame Expansionseinrichtung **8** vorgesehen ist, sondern mehrere separate Expansionseinrichtungen **8**, die jeweils in einem der Kältemittelpfade **9** angeordnet sind. Im Beispiel der **Fig. 4** befinden sich die Expansionseinrichtungen **8** im jeweiligen Kältemittelpfad **9** jedenfalls stromauf des zuerst durchströmten Kühlelements **12** und rein exemplarisch stromab der zugehörigen Ventileinrichtung **14**. Auch hier ist denkbar, die Ventileinrichtungen **14** stromab der Expansionseinrichtungen **8** anzuordnen, insbesondere stromab des zuletzt durchströmten Kühlelements **12**.

**[0048]** Die Kühlelemente **12** innerhalb des jeweiligen Kältemittelpfads **9** dienen innerhalb des Kältekreis **2** als Verdampfer oder Vorverdampfer für das Kältemittel. Beim Verdampfen des Kältemittels nehmen die Kühlelemente **12** viel Wärme auf.

**[0049]** Während die in den **Fig. 1–Fig. 4** gezeigten Ausführungsformen davon ausgehen, dass in den einzelnen Kältemittelpfaden **9** separate Ventileinrichtungen **14** angeordnet sind, zeigen die **Fig. 5a** und **Fig. 5b** eine Ausführungsform, bei der zwei Kältemittelpfade **9** zu einer Kältemittelpfadgruppe **27** zusammengefasst sind, wobei dieser Kältemittelpfadgruppe **27** nur eine Ventileinrichtung **14** zugeordnet ist. Dementsprechend ist hier genau zwei Kältemittelpfaden **9** eine gemeinsame Ventileinrichtung **14** zugeordnet. Der eine oder erste Kältemittelpfad ist dabei mit **9'** bezeichnet, während der andere oder zweite Kältemittelpfad mit **9''** bezeichnet ist. Ein Ventilglied **28** der Ventileinrichtung **14** ist in den **Fig. 5a** und **Fig. 5b** beispielhaft als Schieber ausgestaltet. Die Ventileinrichtung **14** kann gemäß **Fig. 5a** in einer ersten Schaltstellung den ersten Kältemittelpfad **9'** sperren und den zweiten Kältemittelpfad **9''** öffnen, so dass hier nur der zweite Kältemittelpfad **9''** durchströmt wird. Gemäß **Fig. 5b** kann die Ventileinrichtung **14** in einer

zweiten Schaltstellung nunmehr den ersten Kältemittelpfad **9'** öffnen und den zweiten Kältemittelpfad **9''** sperren. In der Folge strömt das gesamte Kältemittel ausschließlich durch den ersten Kältemittelpfad **9'**.

**[0050]** Die in den **Fig. 1 bis Fig. 5** vorgestellte Batteriekühleinrichtung **1** lässt sich insbesondere so betreiben, dass mehrere oder alle separaten Kältemittelpfade **9** bzw. Kältemittelpfadgruppen **27** individuell hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel angesteuert werden. Diese Betriebsweise bzw. ein derartiges Betriebsverfahren kann durch eine entsprechende Programmierung des Steuergeräts **15** realisiert werden. Insbesondere lassen sich die individuell ansteuerbaren Kältemittelpfade **9** gezielt so ansteuern, dass sich in den zugeordneten Batterien **13** eine homogene Temperaturverteilung einstellt. Bevorzugt ist eine Betriebsweise, bei der die separaten Kältemittelpfade **9** bzw. die gegebenenfalls vorhandenen Kältemittelpfadgruppen **27** zeitlich nacheinander vom ganzen im Kältekreis **2** strömenden Kältemittelstrom durchströmt werden. Hierzu werden die Ventileinrichtungen **14** nacheinander zum Öffnen angesteuert, derart, dass bevorzugt immer nur eine Ventileinrichtung **14** geöffnet ist, während alle anderen Ventileinrichtungen **14** geschlossen sind. Da diese Zustände immer nur vorübergehend vorliegen, so dass nacheinander alle Kältemittelpfade **9** durchströmt werden, werden die einzelnen Ventileinrichtungen **14** von der Steuereinrichtung **15** zeitlich getaktet angesteuert, so dass insgesamt auch von einem Taktbetrieb gesprochen werden kann. Geeignete Taktfrequenzen oder Umschaltfrequenzen können dabei in einem Bereich von 0,001Hz bis 100Hz liegen. Beispielsweise kann der jeweilige Kältemittelpfad **9** bzw. können die zu einer Gruppe **27** zusammengefassten Kältemittelpfade **9** jeweils für etwa 1s mit dem Kältemittelstrom durchströmt werden und dann wieder bis zum nächsten Takt gesperrt werden. Falls bei den unterschiedlichen Kältemittelpfaden **9** zugeordneten Batterien **13** unterschiedliche Temperaturen entstehen, lassen sich auch die einzelnen Kältemittelpfade **9** bzw. Kältemittelpfadgruppen **27** hinsichtlich des jeweiligen aktuellen Kühlbedarfs individuell vom Kältemittel durchströmen. Bevorzugt wird dabei eine Zeitdauer, während der die einzelnen Kältemittelpfade **9** vom ganzen Kältemittelstrom durchströmt werden, individuell für die einzelnen Kältemittelpfade **9** in Abhängigkeit des aktuellen Kühlbedarfs des jeweiligen Kältemittelpfads **9** ausgewählt. Insbesondere lässt sich dadurch eine individuelle Temperaturregelung der einzelnen Kältemittelpfade **9** realisieren.

**[0051]** Es ist klar, dass auch separat ansteuerbare Kältemittelpfade **9** mit wenigstens einer Kältemittelpfadgruppe **27** in Kombination auftreten können. Die jeweilige Kältemittelpfadgruppe **27** wird von der jeweiligen Steuerung dann wie ein separater Kältemittelpfad **9** betrachtet.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2011/0206967 A1 [0003]
- DE 102012005871 A1 [0004]
- EP 2305496 B1 [0005]



## Patentansprüche

1. Batteriekühleinrichtung, insbesondere für ein Fahrzeug mit Elektroantrieb,

– mit einem Kältekreis (2), der mehrere parallel von einem Kältemittel durchströmbare Kältemittelpfade (9) und/oder wenigstens eine Kältemittelpfadgruppe, die wenigstens zwei parallel von einem Kältemittel durchströmbare Kältemittelpfade (9) umfasst, aufweist,

– wobei in den Kältemittelpfaden (9) jeweils wenigstens ein Kühlelement (12) oder wenigstens ein Kühlelementabschnitt (12') angeordnet ist,

– wobei das jeweilige Kühlelement (12) oder der jeweilige Kühlelementabschnitt (12') vom Kältemittel durchströmbare in den jeweiligen Kältemittelpfad (9) eingebunden ist und im Einbauzustand mit wenigstens einer zu kühlenden Batterie (13) wärmeübertragend gekoppelt ist,

– wobei zum Steuern des jeweiligen Kältemittelpfads (9) und/oder der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe hinsichtlich einer Durchströmung mit Kältemittel Ventileinrichtungen (14) vorgesehen sind,

– wobei die jeweilige Ventileinrichtung (14) stromab eines Aufzweigbereichs (10), in dem die Kältemittelpfade (9) und/oder die jeweilige Kältemittelpfadgruppe von einer Kältemittelhauptleitung (3) des Kältekreis (2) abzweigen, und stromauf eines Vereinigungsbereichs (11) im jeweiligen Kältemittelpfad (9) angeordnet ist, in dem die Kältemittelpfade (9) und/oder die jeweilige Kältemittelpfadgruppe an die Kältemittelhauptleitung (3) angeschlossen sind.

2. Batteriekühleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

– dass die Kältemittelpfade (9) einer solchen Kältemittelpfadgruppe jeweils mittels einer separaten Ventileinrichtung (14) hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel individuell steuerbar sind, oder

– dass die Kältemittelpfade (9) einer solchen Kältemittelpfadgruppe mittels einer gemeinsamen Ventileinrichtung (14) hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gruppenweise steuerbar sind, oder

– dass die Kältemittelpfade (9) einer solchen Kältemittelpfadgruppe mittels einer gemeinsamen Ventileinrichtung (14) hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel individuell steuerbar sind.

3. Batteriekühleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Ventileinrichtung (14) als Auf-Zu-Ventil ausgestaltet ist, das nur zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung umschaltbar ist.

4. Batteriekühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung (15) zum Ansteuern der Ventileinrichtungen (14), die mit den Ventileinrichtungen (14) gekoppelt ist und die so ausgestaltet und/oder programmiert ist, dass sie im Betrieb der Batteriekühleinrichtung (1)

die Ventileinrichtungen (14) so ansteuert, dass die einzelnen Kältemittelpfade (9) und/oder die jeweilige Kältemittelpfadgruppe zeitlich nacheinander vom gesamten, in der Kältemittelhauptleitung (3) strömenden Kältemittelstrom durchströmt werden.

5. Batteriekühleinrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (15) so ausgestaltet und/oder programmiert ist, dass sie im Betrieb der Batteriekühleinrichtung (1) nacheinander jeweils nur eine der Ventileinrichtungen (14) zum Öffnen ansteuert und alle anderen Ventileinrichtungen (14) zum Schließen ansteuert.

6. Batteriekühleinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**,

– dass eine Temperatursensorik (17) zur Erfassung der Temperaturen der den einzelnen Kältemittelpfaden (9) zugeordneten Batterien (13) vorgesehen ist, die mit der Steuereinrichtung (15) gekoppelt ist,

– dass die Steuereinrichtung (15) so ausgestaltet und/oder programmiert ist, dass sie abhängig von den ermittelten Temperaturen Öffnungszeiten der Ventileinrichtungen (14) auswählt, derart, dass die Ventileinrichtung (14) des jeweiligen Kältemittelpfads (9) und/oder der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe umso länger zum Öffnen angesteuert wird, je höher die Temperatur wenigstens einer diesem Kältemittelpfad (9) und/oder dieser Kältemittelpfadgruppe zugeordneten Batterie (13) ist.

7. Batteriekühleinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (15) für jeden Kältemittelpfad (9) und/oder für jede Kältemittelpfadgruppe eine separate Temperaturregelung über eine Variation der Öffnungszeiten der zugehörigen Ventileinrichtungen (14) durchführt.

8. Batteriekühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Kältemittelpfad (9) mehrere vom Kältemittel seriell durchströmbare Kühlelemente (12) oder mehrere vom Kältemittel serielle durchströmbare Kühlelementabschnitte (12') enthält.

9. Batteriekühleinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Kältemittelpfad (9) ein einziges Kühlelement (12) enthält, das mehrere seriell vom Kältemittel durchströmbare Kühlelementabschnitte (12') enthält.

10. Batteriekühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere oder alle separaten Kältemittelpfade (9) zugeordnete Kühlelemente (12) eine Kühlelementgruppe (20) definieren, die für jeden zugehörigen Kältemittelpfad (9) wenigstens ein separates Kühlelement (12) aufweist.

11. Batteriekühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Ventileinrichtung (14) stromauf des vom Kältemittel zuerst durchströmten Kühlelements (12) oder Kühlelementabschnitts (12') oder stromab des vom Kältemittel zuletzt durchströmten Kühlelements (12) oder Kühlelementabschnitts (12') im jeweiligen Kältemittelpfad (9) und/oder in der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe angeordnet ist.

telpfade (9) und/oder Kältemittelpfadgruppen in Abhängigkeit des aktuellen Kühlbedarfs des jeweiligen Kältemittelpfads (9) und/oder der jeweiligen Kältemittelpfadgruppe ausgewählt wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

12. Batteriekühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,  
 – dass jedem Kältemittelpfad (9), der nicht zu einer Kältemittelpfadgruppe gehört, eine separate Ventileinrichtung (14) zugeordnet ist, und/oder  
 – dass jeder Kältemittelpfadgruppe, die genau zwei Kältemittelpfade (9) enthält, eine Ventileinrichtung (14) zugeordnet ist, derart, dass die jeweilige Ventileinrichtung (14) in einer ersten Schaltstellung den ersten Kältemittelpfad (9') der Kältemittelpfadgruppe sperrt und den zweiten Kältemittelpfad (9'') der Kältemittelpfadgruppe öffnet und in einer zweiten Schaltstellung den ersten Kältemittelpfad (9') öffnet und den zweiten Kältemittelpfad (9'') sperrt.

13. Verfahren zum Kühlen von Batterien (13), insbesondere eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb, mittels eines Kältekreis (2), der mit den Batterien (13) wärmeübertragend gekoppelte Kühlelemente (12) oder Kühlelementabschnitte (12') aufweist,  
 – wobei die Kühlelemente (12) oder Kühlelementabschnitte (12') auf mehrere parallel vom Kältemittel durchströmbare Kältemittelpfade (9) verteilt angeordnet sind,  
 – wobei mehrere oder alle separaten Kältemittelpfade (9) individuell und/oder gruppenweise hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gesteuert werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**,  
 – dass alle separaten Kältemittelpfade (9) individuell hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gesteuert werden, oder  
 – dass zumindest zwei Kältemittelpfade (9) zu einer Kältemittelpfadgruppe gehören, wobei die jeweilige Kältemittelpfadgruppe individuell hinsichtlich ihrer Durchströmung mit Kältemittel gesteuert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die separaten Kältemittelpfade (9) und/oder Kältemittelpfadgruppen zeitlich nacheinander vom ganzen im Kältekreis (2) strömenden Kältemittelstrom durchströmt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zeitdauer, während der die einzelnen Kältemittelpfade (9) und/oder Kältemittelpfadgruppen vom ganzen Kältemittelstrom durchströmt werden, individuell für die einzelnen Kältemit-

Anhängende Zeichnungen

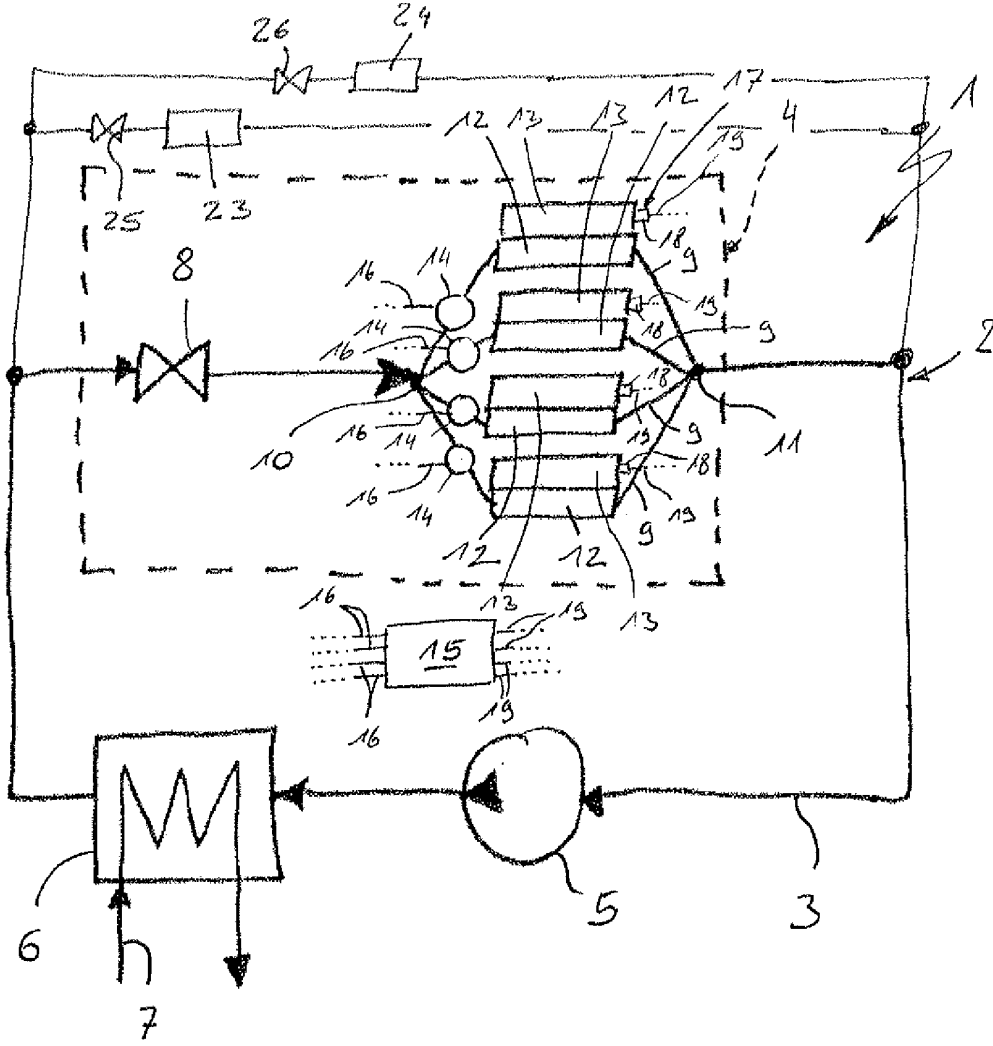


Fig. 1

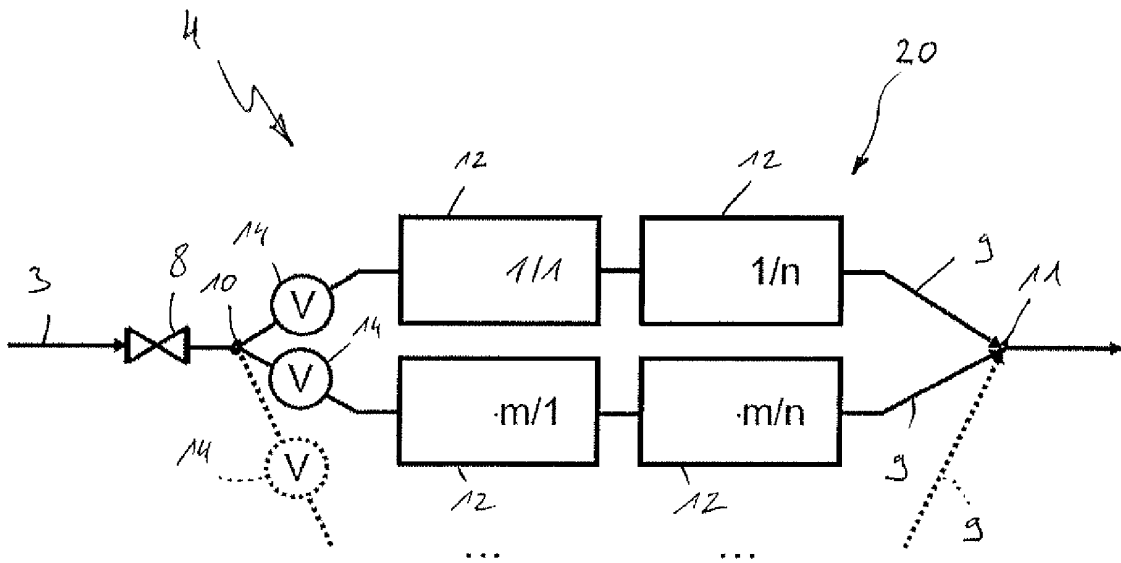


Fig. 2

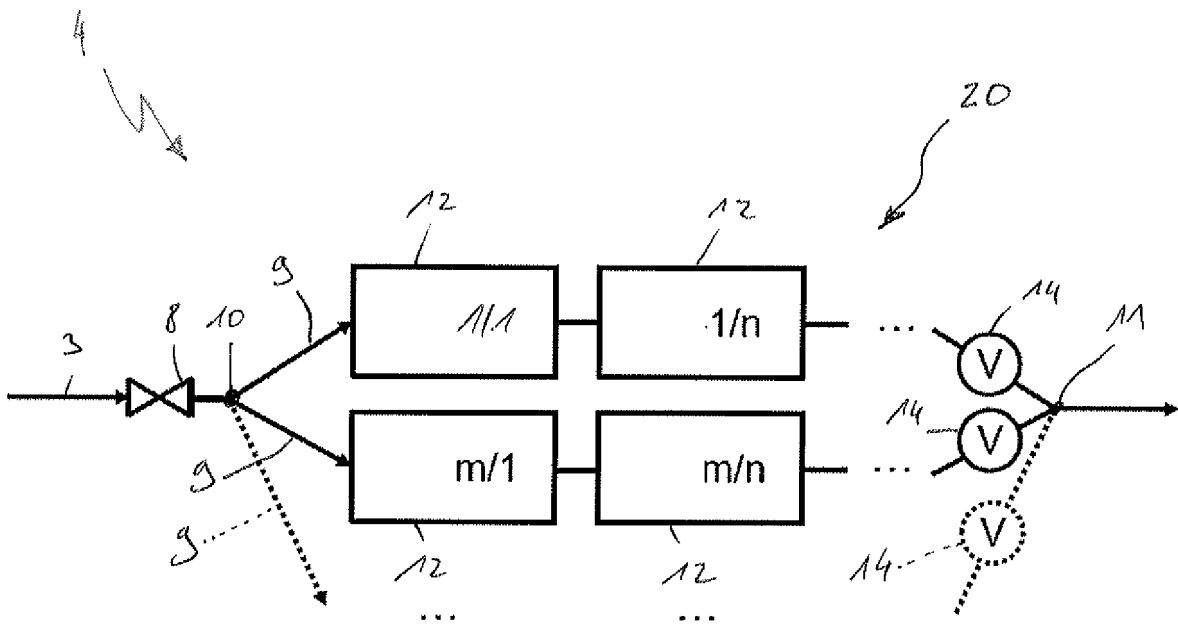


Fig. 3

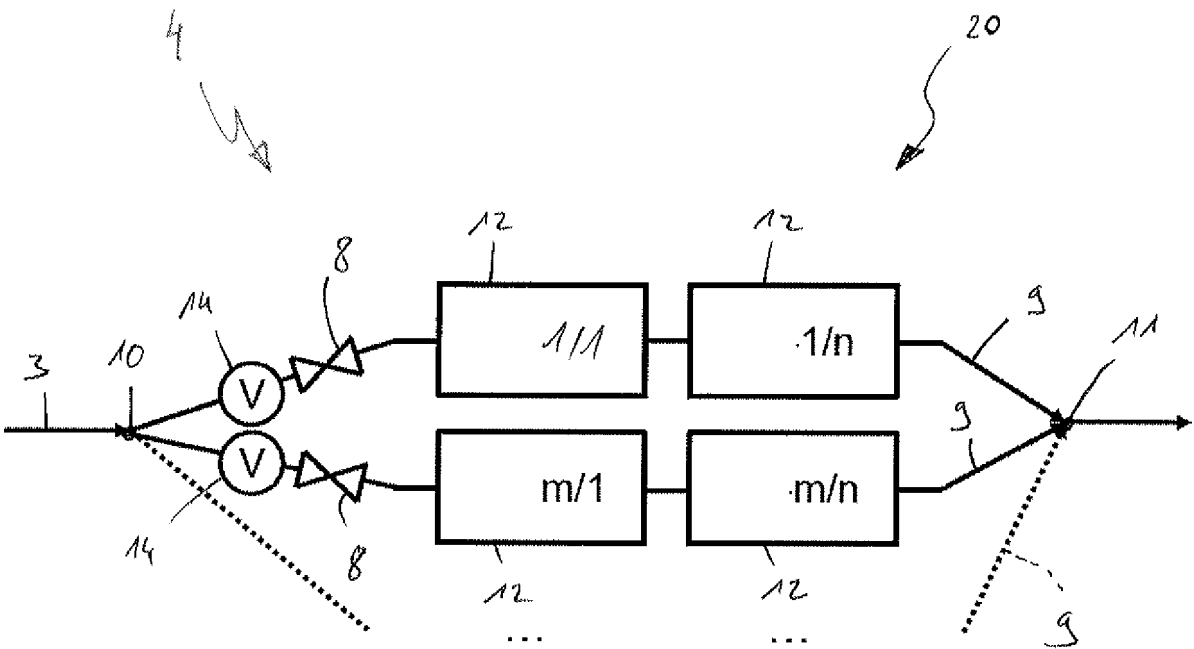


Fig. 4

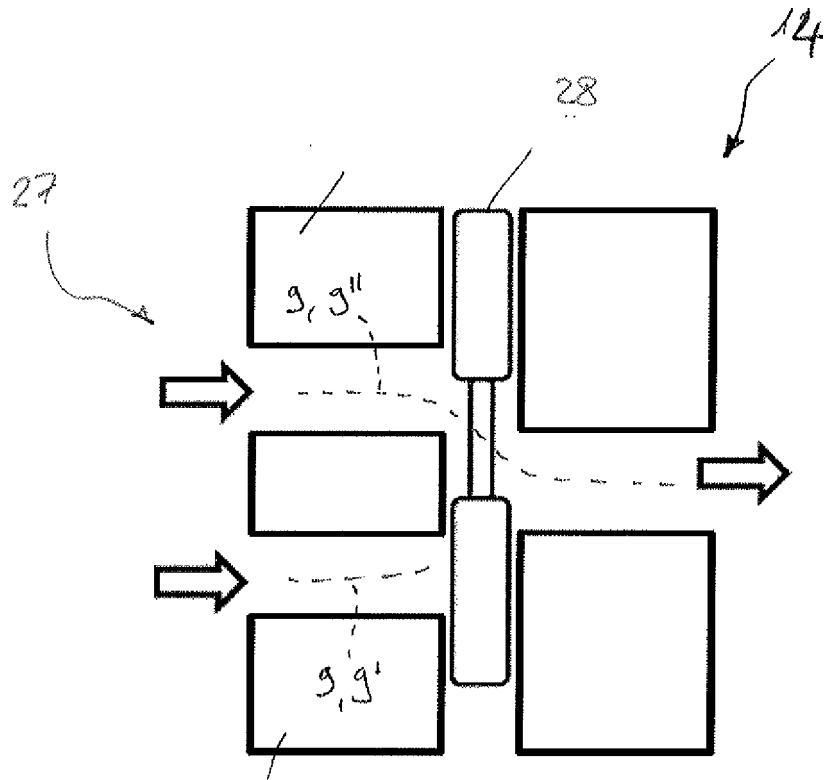


Fig. 5a

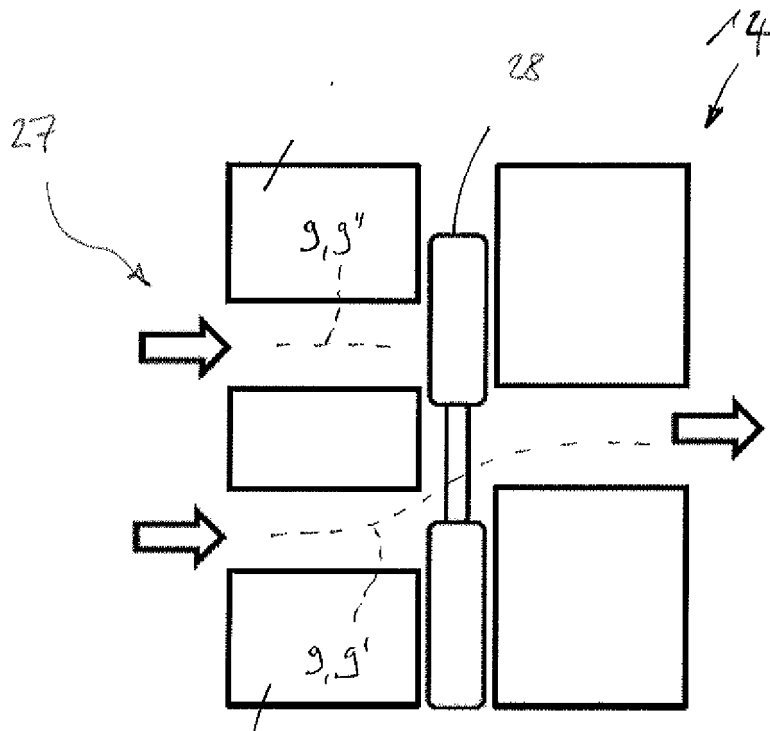


Fig. 5b