



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 118 424.4**  
(22) Anmeldetag: **13.08.2017**  
(43) Offenlegungstag: **14.02.2019**

(51) Int Cl.: **B60H 1/32 (2006.01)**  
**B60H 1/00 (2006.01)**  
**H01M 10/625 (2014.01)**  
**H01M 8/04007 (2016.01)**

(71) Anmelder:  
**Konvekta Aktiengesellschaft, 34613  
Schwalmstadt, DE**

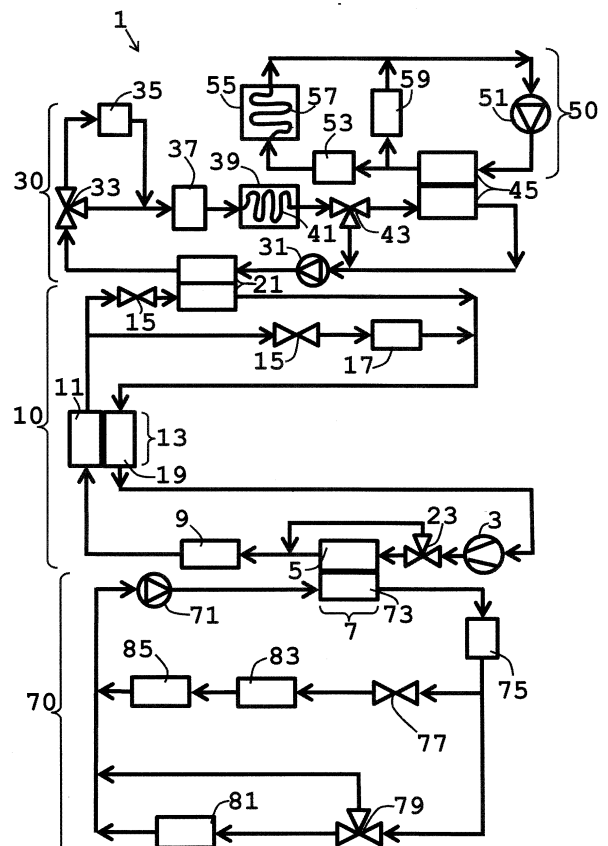
(72) Erfinder:  
**Sonnekalb, Michael, Dr., 34613 Schwalmstadt, DE;  
Fink, Sebastian, 34628 Willingshausen, DE**

(74) Vertreter:  
**Lindinger, Bernhard, Dipl.-Phys., 34117 Kassel,  
DE**

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

(54) Bezeichnung: **Kreislaufsystem für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kreislaufsystem (1) für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug umfassend zumindest einen ein erstes Fluid führenden im Wärmepumpenbetrieb betreibbaren ersten Kreislauf (10), einem in Wärmetauscherverbindung zum ersten Kreislauf (10) betreibbaren ein zweites Fluid führenden zweiten Kreislauf (30) insbesondere zum Kühlen einer Traktionsbatterie (39) und einen in Wärmetauscherverbindung zum zweiten Kreislauf (30) betreibbaren ein drittes Fluid führenden dritten Kreislauf (50) insbesondere zum Kühlen einer Brennstoffzellenanordnung (55), wobei das Kreislaufsystem (1) ferner einen ein viertes Fluid führenden vierten Kreislauf (70) umfasst, und im vierten Kreislauf (70) wenigstens eine Fördereinrichtung (71) für das vierte Fluid, wenigstens ein das vierte Fluid zuführbarer Wärmetauscher (85) und/oder Konvektor (81) zum Heizen zumindest eines Innenraumbereichs eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs und ein Wärmetauscher (7), dem für einen Wärmeaustausch mit dem ersten Fluid das vierte Fluid zuführbar ist, angeordnet sind, wobei dieser Wärmetauscher (7), dem auch das erste Fluid zuführbar ist, im Hochdruckbereich des ersten Kreislaufs (10) angeordnet ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellen-Fahrzeug mit einem derartigen Kreislaufsystem (1). Mit einem derartigen Kreislaufsystem (1) ist die Flexibilität und Effizienz der Temperierung von Fahrzeuginnenraum und von Komponenten eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs verbessert.



**Beschreibung**

Gebiet der Technik:

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kreislaufsystem für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug, wobei das Kreislaufsystem zumindest einen ein erstes Fluid führenden ersten Kreislauf, bei dem in vorgesehener Strömungsrichtung des ersten Fluids wenigstens ein Verdichter, wenigstens ein Wärmetauscher als Kondensator oder Gaskühler, wenigstens ein Expansionsorgan und wenigstens ein weiterer Wärmetauscher als Verdampfer angeordnet sind, einen in Wärmetauschverbindung zum ersten Kreislauf betreibbaren ein zweites Fluid führenden zweiten Kreislauf insbesondere zum Kühlen einer Traktionsbatterie und einen in Wärmetauschverbindung zum zweiten Kreislauf betreibbaren ein drittes Fluid führenden dritten Kreislauf insbesondere zum Kühlen einer Brennstoffzellenanordnung umfasst. Eine Brennstoffzellenanordnung ist eine Anordnung von einer Brennstoffzelle oder mehreren Brennstoffzellen, wie beispielsweise als Brennstoffzellenstapel. In einer Brennstoffzellenanordnung wird aus chemischer Energie mittels eines elektrochemischen Prozesses elektrische Energie erzeugt. Dabei reagiert ein Brennstoff, wie beispielsweise Wasserstoff (H<sub>2</sub>), mit einem Oxidanten, wie der Umgebungsluft, unter Bildung von elektrischer Energie zu beispielsweise Wasser (H<sub>2</sub>O). So wird in einer Niedertemperatur-PEM-Brennstoffzelle Wasserstoff (H<sub>2</sub>) als Brennstoff eingesetzt.

**[0002]** Die Erfindung betrifft ferner ein Brennstoffzellen-Fahrzeug mit einem derartigen Kreislaufsystem. Ein Brennstoffzellen-Fahrzeug ist ein Fahrzeug mit einer Brennstoffzellenanordnung, wobei zumindest ein Teil der durch die Brennstoffzellenanordnung erzeugten elektrischen Energie für den Betrieb wenigstens eines Elektroantriebsmotors des Fahrzeugs verwandt wird. Zu den Brennstoffzellen-Fahrzeugen gehören insbesondere batterieelektrische Kraftfahrzeuge mit einem Range-Extender-Modul, das zur Erzeugung von elektrischer Energie eine Brennstoffzellenanordnung aufweist. Die damit erzeugte elektrische Energie wird der diese speichernde Traktionsbatterie des Fahrzeugs zugeführt. So kann die Traktionsbatterie während der Fahrt nachgeladen werden, was eine höhere Reichweite des Fahrzeugs als bei reinem Batteriebetrieb zur Folge hat. Es sind Plug-in-Ausführungen von Brennstoffzellen-Fahrzeugen bekannt, bei denen die Traktionsbatterie zusätzlich an einer elektrischen Ladestation angeschlossen nachgeladen werden kann.

**[0003]** Bei Betrieb einer Traktionsbatterie sowie bei Betrieb einer Brennstoffzellenanordnung fällt Wärme an, so dass eine Möglichkeit der Kühlung dieser notwendig ist. Die bevorzugte Betriebstemperatur für eine Traktionsbatterie liegt im Bereich zwischen 20°C und 30°C. Bei einer Brennstoffzellenanordnung liegt

die Betriebstemperatur etwas höher bei beispielsweise ungefähr 80°C.

Stand der Technik:

**[0004]** Bekannt ist ein Kreislaufsystem mit einem Kühlkreislauf zum Kühlen der Brennstoffzellenanordnung und einem weiten Kühlkreislauf der Traktionsbatterie, wobei die dabei abgeführte Wärme weiter im Fahrzeug nutzbar ist. So offenbart DE 10 2011 076 737 A1 in **Fig. 1** ein Kreislaufsystem für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug mit drei Kreisläufen. Der erste Kreislauf (dort als „Kältemittelkreislauf 50“ bezeichnet) ist ein Kältemittelkreislauf mit einem Verdichter, Kondensator, Expansionsorgan, Verdampfer und Wärmetauscher mit Wärmetauschverbindung zum zweiten Kreislauf (dort als „erstes Fluidleitsystem 12“ bezeichnet). Der zweite Kreislauf, der unter anderem zum Kühlen der Traktionsbatterie dient, verfügt wiederum mittels eines Wärmetauschers über eine Wärmetauschverbindung mit einem dritten Kreislauf (dort als „zweites Fluidleitsystem 70“ bezeichnet), wobei der dritte Kreislauf zum Kühlen der Brennstoffzellenanordnung dient. Jedoch erfolgt im in DE 10 2011 076 737 A1 offenbarten Kreislaufsystem die Heizung des Fahrzeuginnenraums über den zweiten Kreislauf. Nachteilig ist dadurch eine Abstimmung des Heizbetriebes mit der ebenfalls im zweiten Kreislauf angeordneten Kühlung der Traktionsbatterie notwendig. Ferner wird die beim Wärmetauscher vom zweiten Kreislauf **12** auf den ersten Kreislauf **50** übertragene Wärme nachteilig zum Heizen des Fahrzeuginnenraums nicht verwendet. Der erste Kreislauf **50** ist in DE 10 2011 076 737 A1 keine Wärmepumpe und erst recht nicht als solche gedacht. Außerdem ist ein material-, kosten- und gewichtsaufwendiges Leitungssystem für den zweiten Kreislauf (dort als „erstes Fluidleitsystem 12“ bezeichnet) in DE 10 2011 076 737 A1 erforderlich, denn der Ort der Wärmetauscher zum Heizen des Fahrzeuginnenraums und der Ort der Traktionsbatterie können im großen Abstand zueinander im Fahrzeug positioniert sein.

**[0005]** Der Erfindung liegt daher die erste Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Kreislaufsystem für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug umfassend zumindest einen ein erstes Fluid führenden ersten Kreislauf, bei dem in vorgesehener Strömungsrichtung des ersten Fluids wenigstens ein Verdichter, wenigstens ein Wärmetauscher als Kondensator oder Gaskühler, wenigstens ein Expansionsorgan und wenigstens ein weiterer Wärmetauscher als Verdampfer angeordnet sind, einen in Wärmetauschverbindung zum ersten Kreislauf betreibbaren ein zweites Fluid führenden zweiten Kreislauf insbesondere zum Kühlen einer Traktionsbatterie und einen in Wärmetauschverbindung zum zweiten Kreislauf betreibbaren ein drittes Fluid führenden dritten Kreislauf insbesondere zum Kühlen einer Brennstoffzellenanordnung be-

reitzustellen. Eine zweite entsprechende Aufgabe bezieht sich auf die Bereitstellung eines verbesserten Brennstoffzellen-Fahrzeugs mit einem derartigen Kreislaufsystem.

#### Zusammenfassung der Erfindung:

**[0006]** Die erste Aufgabe wird durch ein Kreislaufsystem gemäß den Merkmalen des Anspruch 1 gelöst. Dadurch, dass das Kreislaufsystem für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug zumindest einen ersten Fluid führenden im Wärmepumpenbetrieb betreibbaren ersten Kreislauf, bei dem in vorgesehener Strömungsrichtung des ersten Fluids wenigstens ein Verdichter, wenigstens ein Wärmetauscher als Kondensator oder Gaskühler, wenigstens ein Expansionsorgan und wenigstens ein weiterer Wärmetauscher als Verdampfer angeordnet sind, wobei nach dem wenigstens einen Expansionsorgan und vor dem wenigstens einen Verdichter zumindest ein erster Wärmetauscher, dem das erste Fluid zuführbar ist, angeordnet ist, einen ein zweites Fluid führenden zweiten Kreislauf insbesondere zum Kühlen zumindest einer Traktionsbatterie, wobei in dem zweiten Kreislauf wenigstens eine Fördereinrichtung für das zweite Fluid, der erste Wärmetauscher, dem für einen Wärmeaustausch mit dem ersten Fluid das zweite Fluid zuführbar ist, und eine zum Wärmeaustausch des zweiten Fluids mit einer Traktionsbatterie ausgebildete Wärmetauschverbindung angeordnet sind und einen ein drittes Fluid führenden dritten Kreislauf insbesondere zum Kühlen einer Brennstoffzellenanordnung, wobei in dem dritten Kreislauf wenigstens eine Fördereinrichtung für das dritte Fluid, ein Wärmetauscher, dem für einen Wärmeaustausch mit dem zweiten Fluid das dritte Fluid zuführbar ist, und eine zum Wärmeaustausch einer Brennstoffzellenanordnung mit dem dritten Fluid ausgebildete Wärmetauschverbindung angeordnet sind, umfasst, wobei das Kreislaufsystem ferner einen ein viertes Fluid führenden vierten Kreislauf umfasst, und im vierten Kreislauf wenigstens eine Fördereinrichtung für das vierte Fluid, wenigstens ein das vierte Fluid zuführbarer Wärmetauscher und/oder Konvektor zum Heizen zumindest eines Innenraumbereichs eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs und ein Wärmetauscher, dem für einen Wärmeaustausch mit dem ersten Fluid das vierte Fluid zuführbar ist, angeordnet sind, wobei dieser Wärmetauscher, dem auch das erste Fluid zuführbar ist, im ersten Kreislauf nach dem wenigstens einen Verdichter und vor dem wenigstens einen Expansionsorgan angeordnet ist, wird die erste Aufgabe gelöst. Das erfindungsgemäße Kreislaufsystem hat den Vorteil, dass der erste Kreislauf im Wärmepumpenbetrieb, die von der Brennstoffzellenanordnung und der Traktionsbatterie abgegebene Wärme besonders effektiv bei der Erwärmung des vierten Fluids im vierten Kreislauf nutzt. Der Innenraum eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs kann so effektiv, günstig und einfach damit besser geheizt werden. Vorteilhaft

ist der vierte Kreislauf vom Ort her unabhängig zum zweiten und dritten Kreislauf. Damit werden Material, Kosten und Gewicht an Fluidleitungen und Ventilen für den zweiten Kreislauf, der nicht direkt für die Beheizung des Fahrzeuginnenraums genutzt wird, eingespart. Vorteilhaft wird die Kühlleistung des ersten Kreislaufs und damit auch des zweiten und dritten Kreislaufs bei Abgabe von Wärme aus dem ersten Fluid an den vierten Kreislauf effektiv verbessert. Es ist für die Kühlung von Brennstoffzellenanordnung und Traktionsbatterie jeweils ein eigens dafür angepasstes zweites und drittes Fluids einsetzbar.

**[0007]** In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung angegeben.

**[0008]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des vorliegenden erfindungsgemäßen Kreislaufsystems ist der erste Kreislauf derart ausgebildet, dass darin ein überkritisch betreibbares Fluid als erstes Fluid überkritisch betreibbar ist. Bei einem solchen mit hohem Innendruck betriebenen Kreislauf befindet sich das Fluid auf der Hochdruckseite im überkritischen Zustand, so dass der das Fluid kühlende Wärmetauscher mangels Kondensation einen Gaskühler darstellt. Zwar sind überkritisch arbeitende Anordnungen zum Klimatisieren eines Fahrzeugs beispielsweise aus EP 0424 474 B1 und DE 44 32 272 C2 bekannt, aber nicht für Kreislaufsysteme gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1. Die für einen überkritisch betriebenen Kreislauf einsetzbaren Fluide sind deutlich weniger umweltschädlich als die für unterkritischen Betrieb eines Kältemittel- beziehungsweise Wärmepumpenkreislaufs gebräuchlichen Kältemittel wie FKWs so insbesondere das übliche R134a. Auch sind bei einem als Wärmepumpe überkritisch betriebenen Kreislauf Fluide einsetzbar, bei denen die Wärmepumpe auch noch bei deutlich tieferen Außentemperaturen bis  $-20^{\circ}\text{C}$  einsatzfähig ist. Besonders vorteilhaft ist das im ersten Kreislauf überkritisch betreibbare erste Fluid  $\text{CO}_2$  (Kohlendioxid), das unter der Kältemittelbezeichnung R744 auf dem Markt ist.  $\text{CO}_2$  ist im Vergleich zu Kältemitteln, die unterkritisch betrieben werden, nur sehr wenig umweltschädlich, kann bei tiefen Außentemperaturen bis  $-20^{\circ}\text{C}$  im Wärmepumpenbetrieb verwendet und einfach sowie günstig beschafft werden.

**[0009]** Vorzugsweise sind das zweite und vierte Fluid Wasser oder ein Wasser-Glykol-Gemisch und das dritte Fluid ist deionisiertes Wasser. Wasser oder Wasser-Glykol-Gemische sind kostengünstige und effektive Kühl- beziehungsweise Heizflüssigkeiten mit hoher Wärmekapazität. Deionisiertes Wasser ist mit seiner geringen elektrischen Leitfähigkeit besonders gut zum Kühlen einer Brennstoffzellenanordnung geeignet. Eine andere Kühlflüssigkeit mit zu hoher Leitfähigkeit könnte der Brennstoffzellenanord-

nung schaden sowie deren Leistungsfähigkeit beeinträchtigen.

**[0010]** Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist im ersten Kreislauf in vorgesehener Strömungsrichtung des ersten Fluids nach dem wenigstens einen Expansionsorgan und vor dem wenigstens einen Verdichter ein als Fluid-Luft-Wärmetauscher ausgebildeter und als Verdampfer betreibbarer weiterer Wärmetauscher angeordnet. Dadurch lässt sich über den ersten Kreislauf die Luft für zumindest einen Bereich des Innenraums des Fahrzeugs allein oder zusätzlich zu anderen Kühleinrichtungen kühlen. Dieses erhöht die Flexibilität der Klimatisierung des Fahrzeuginnenraums. Gleichzeitig kann damit auch die vom ersten Kreislauf auf den zweiten und so auch auf den dritten Kreislauf zu leistende Kühlung besser reguliert werden.

**[0011]** Vorzugsweise ist dem zweiten Kreislauf und/oder dem vierten Kreislauf zumindest eine das zweite Fluid und/oder vierte Fluid zusätzlich heizbare Heizeinrichtung zugeschaltet oder zuschaltbar. Sofern im vierten Kreislauf die Heizleistung für die Heizung des Fahrzeuginnenraums nicht ausreicht, besteht so die Möglichkeit, das vierte Fluid zusätzlich zu heizen und so die Heizleistung für die Heizung des Fahrzeuginnenraums zu erhöhen. Im zweiten Kreislauf besteht mit einer das zweite Fluid zusätzlich heizbaren Heizeinrichtung die Möglichkeit, bei zu tiefen Temperaturen für die Traktionsbatterie, wie beispielsweise bei  $-20^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur, das zweite Fluid besser zu heizen, um mit dem so erhitzten zweiten Fluid die richtige Betriebstemperatur für die Traktionsbatterie zu erhalten. Dieses hat insbesondere Vorteile in der Startphase eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs bei niedrigen Außentemperaturen.

**[0012]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kreislaufsystems ist im zweiten Kreislauf in vorgesehener Strömungsrichtung des zweiten Fluids nach dem ersten Wärmetauscher und vor der oder in Bypass-Anordnung zu der zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauscherverbindung wenigstens ein weiterer Wärmetauscher zum Kühlen der Luft zumindest eines Bereichs eines Innenraums eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs angeordnet, und dieser wenigstens eine weitere Wärmetauscher ist mit einer Schalteinrichtung zu dem zweiten Kreislauf zu- und abschaltbar. Damit ist die Möglichkeit gegeben, dass das durch das erste Fluid im ersten Wärmetauscher gekühlte zweite Fluid zumindest einen Bereich des Fahrzeuginnenraums kühlt, wie beispielsweise die Luft im Bereich des Fahrerplatzes. Dadurch dass das im ersten Wärmetauscher gekühlte zweite Fluid dabei nicht vorher die Traktionsbatterie kühlt, ist die so erfolgende Kühlleistung für zumindest einen Bereich des Fahrzeuginnenraums höher. Ferner ist es bei Bypass-Anordnung des wei-

teren Wärmetauschers zur Traktionsbatterie sogar möglich, dass das zweite Fluid je nach Schaltung der Schalteinrichtung, die beispielsweise ein Dreiwegeventil umfasst, gar nicht durch die Wärmetauscherverbindung mit einer Traktionsbatterie strömt, sondern stattdessen durch den Bypass mit dem weiteren Wärmetauscher. Folglich ist die darüber erfolgende Kühlung der Luft des zumindest einen Bereichs des Innenraums des Brennstoffzellen-Fahrzeugs besonders gut. Bei Kühlbedarf für die Traktionsbatterie kann mit der Schalteinrichtung wieder der Strömungsweg des zweiten Fluids zur Kühlung der Traktionsbatterie entsprechend umgeschaltet werden. Bevorzugt weist die Schalteinrichtung eine Regelung auf, mit der der Anteil des Strömungsvolumens des zweiten Fluids zum wenigstens einen weiteren Wärmetauscher und im Falle dessen Bypass-Anordnung auch der Anteil des Strömungsvolumens des zweiten Fluids zur Wärmetauscherverbindung mit der Traktionsbatterie regelbar ist. Damit wird die Flexibilität der Kühlung beim zweiten Kreislauf erhöht. Die Flexibilität der Temperierwirkung des zweiten Fluids beim zweiten Kreislauf ist besonders gut, wenn im zweiten Kreislauf in vorgesehener Strömungsrichtung des zweiten Fluids nach dem oder in Bypass-Anordnung zu dem wenigstens einen weiteren Wärmetauscher eine das zweite Fluid zusätzlich heizbare Heizeinrichtung vor der zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauscherverbindung angeordnet ist.

**[0013]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist im zweiten Kreislauf in vorgesehener Strömungsrichtung des zweiten Fluids der für einen Wärmeaustausch zwischen zweitem Fluid und drittem Fluid vorgesehene Wärmetauscher nach der zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauscherverbindung angeordnet. Folglich ist die Kühlung einer eine höhere Betriebstemperatur als eine Traktionsbatterie aufweisende Brennstoffzellenanordnung nachgeschaltet, so dass die Traktionsbatterie besser gekühlt wird.

**[0014]** Vorzugsweise weist das erfindungsgemäße Kreislaufsystem eine Steuervorrichtung auf, mit der die Volumenströme der Fluide in den Kreisläufen steuerbar sind. Dadurch ist vorteilhaft eine Regulierung des Kreislaufsystems je nach momentaner Situation und Nutzung möglich. Die Steuervorrichtung kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass sie in Abhängigkeit der Temperaturen von Brennstoffzellenanordnung, von Traktionsbatterie, von der Innenluft des Fahrzeuginnenraums und/oder von der Außenluft die Volumenströme in den Kreisläufen steuert.

**[0015]** Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das erfindungsgemäße Kreislaufsystem für einen mit Elektroantriebsmotor und Brennstoffzellenanord-

nung versehenen Omnibus ausgebildet. Für ein derartiges Brennstoffzellen-Fahrzeug ist das Kreislaufsystem besonders gut einsetzbar sowie besonders effektiv.

**[0016]** Schließlich können die Merkmale der Unteransprüche im Wesentlichen frei miteinander und nicht durch die in den Ansprüchen vorliegende Reihenfolge festgelegt kombiniert werden, sofern sie unabhängig voneinander sind.

**[0017]** Die zweite Aufgabe wird durch ein Brennstoffzellen-Fahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Kreislaufsystem gelöst. Hinsichtlich der Vorteile sowie der weiteren vorteilhaften Ausführungsformen und Weiterbildungen wird auf die obigen Ausführungen zum erfindungsgemäßen Kreislaufsystem entsprechend verwiesen.

**[0018]** Vorzugsweise ist ein derartiges Fahrzeug mit einem derartigen erfindungsgemäßen Kreislaufsystem ein mit Elektroantriebsmotor und einer Brennstoffzellenanordnung versehener Omnibus.

#### Figurenliste

**[0019]** Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

**[0020]** Es zeigen

**Fig. 1** in Blockdarstellung eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreislaufsystems für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug, und

**Fig. 2** in Blockdarstellung eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreislaufsystems für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung:

**[0021]** Alle Zeichnungen sind schematisch zu verstehen. Auf maßstabgetreue Abbildungen wurde zum Zwecke erhöhter Klarheit der Darstellung verzichtet.

**[0022]** In **Fig. 1** ist in Blockdarstellung eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreislaufsystems **1** für ein Brennstoffzellenfahrzeug gezeigt. Der erste Kreislauf **10**, der ein erstes Fluid führt, ist insbesondere für einen Betrieb als Wärmepumpe vorgesehen. In diesem Ausführungsbeispiel ist der erste Kreislauf **10** so druckfest ausgestaltet und dessen Komponenten derart ausgebildet, dass das erste Fluid darin im überkritischen Bereich betrieben werden kann. Das erste Fluid ist CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid). Es sind auch andere für den überkritischen Betrieb geeignete Kältemittel als erstes Fluid denkbar. Die in **Fig. 1** und **Fig. 2** abgebildeten Pfeile geben die Strömungsrichtung des jeweiligen Fluids an. In vorgesehener Strömungsrichtung des ersten Fluids sind im

ersten Kreislauf **10** über Kältemittelleitungen verbundene insbesondere die folgenden für den überkritischen Betrieb geeigneten Komponenten eines Wärmepumpenkreislaufs eingebunden:

**[0023]** Ein Verdichter **3**, die erste Seite **5** des Wärmetauschers **7**, zu der ein mit Ventil **23** schaltbarer Bypass angeordnet ist, ein weiterer als Gaskühler zum Wärmeaustausch mit der Luft nach außen als Fluid-Luft-Wärmetauscher ausgebildeter Wärmetauscher **9**, die Hochdruckseite **11** eines als Innenwärmetauscher ausgebildeten Wärmetauschers **13**, zwei in Parallelschaltung zueinander als Expansionsventile ausgebildete Expansionsorgane **15**, ein als Verdampfer ausgebildeter Wärmetauscher **17**, ein parallel dazu über eines der beiden Expansionsorgane **15** zuschaltbarer erster Wärmetauscher **21** und vor Eingang zum Verdichter **3** die Niederdruckseite **19** des als Innenwärmetauscher ausgebildeten Wärmetauschers **13**.

**[0024]** Der zweite Kreislauf **30** führt ein zweites Fluid wie beispielsweise Wasser oder zum Beispiel ein Wasser-Glykol-Gemisch. Er ist als Kühlkreislauf vorgesehen. Die Fördereinrichtung **31**, die in diesem Ausführungsbeispiel als Wasserpumpe ausgebildet ist, pumpt das zweite Fluid durch den ersten Wärmetauscher **21**, der als Fluid-Fluid-Wärmetauscher wie beispielsweise als ein Plattenwärmetauscher ausgebildet ist. In ihm **21** wird Wärme zwischen dem zweiten Fluid und dem ersten Fluid ausgetauscht. Beim Wärmepumpenbetrieb des ersten Kreislaufs **10** nimmt im ersten Wärmetauscher **21** das erste Fluid Wärme vom im zweiten Kreislauf **30** geführten zweiten Fluid auf. In Strömungsrichtung des zweiten Fluids ist nach dem Wärmetauscher **21** die Schalteinrichtung **33** angeordnet. Die Schalteinrichtung **33** umfasst in diesem Ausführungsbeispiel ein Dreiwegeventil. Es sind aber auch andere bekannte geeignete Schalteinrichtungen **33** wie beispielsweise eine zwei Ventile umfassende Schalteinrichtung **33** denkbar. Mit der Schalteinrichtung **33** ist ein weiterer Wärmetauscher **35** zum Kühlen der Luft zumindest eines Bereichs eines Innenraums eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs dem zweiten Kreislauf **30** zu- und abschaltbar, also vom zweiten Fluid durchströmt oder nicht. Der weitere Wärmetauscher **35** ist als Fluid-Luft-Wärmetauscher ausgebildet, mit dem durch das gekühlte zweite Fluid der Luft für zumindest einen Bereich des Fahrzeuginnenraums, wie beispielsweise der Bereich des Fahrerplatzes, Wärme entzogen wird. Es sind auch Ausführungsbeispiele denkbar, bei denen mehrere derartiger weitere Wärmetauscher **35** so zu- und abschaltbar im zweiten Kreislauf angeordnet sind und dass nicht nur ein Bereich sondern der gesamte Fahrzeuginnenraum damit gekühlt werden kann. Optional verfügt die Schalteinrichtung **33** über eine aus Gründen der Übersichtlichkeit in **Fig. 1** nicht dargestellte Regelung, mit der der Anteil des Strömungsvolumens des zweiten Fluids zum wenigstens

einen weiteren Wärmetauscher **35** regelbar ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist dem weiteren Wärmetauscher **35** im zweiten Kreislauf **30** eine das zweite Fluid zusätzlich heizbare Heizeinrichtung **37** nachgeschaltet. Zu dieser Heizeinrichtung **37** würde das zweite Fluid bei von der Schalteinrichtung **33** abgeschaltetem Wärmetauscher **35** direkt strömen. Die Heizeinrichtung **37** ist in diesem Fall eine aus PTC-Elementen aufgebaute elektrische Heizeinrichtung. Es sind auch andere bekannte geeignete Heizeinrichtungen **37** denkbar, wie beispielsweise eine durch Verbrennung von H<sub>2</sub> (Wasserstoff), der für den Betrieb der Brennstoffzellenanordnung **55** sowieso im Fahrzeug gespeichert wäre. Je nachdem ob für die Traktionsbatterie **39** des Brennstoffzellen-Fahrzeugs das zweite Fluid vorgeheizt werden müsste oder nicht heizt die Heizeinrichtung **37** oder nicht. Beispielsweise bei Außentemperaturen von unter 0°C würde in der Startphase eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs das zweite Fluid mit der Heizeinrichtung **37** vorgeheizt, damit die im zweiten Kreislauf **30** nachgeschaltete Traktionsbatterie **39** die richtige Betriebstemperatur erreicht. Normalerweise ist die Traktionsbatterie **39** während ihres Betriebes jedoch zu kühlen, also von ihr **39** Wärme durch das zweite Fluid abzuleiten. Es existiert im zweiten Kreislauf **30** eine zum Wärmeaustausch der Traktionsbatterie **39** mit dem zweiten Fluid ausgebildete Wärmetauschverbindung **41**. Eine solche Wärmetauschverbindung **41** kann als eine für die Kühlung einer Traktionsbatterie **39** übliche Art, wie beispielsweise um die Traktionsbatterien **39** spulenförmig verlaufende Kühlmittelleitungen, ausgebildet sein. Für die Wärmetauschverbindung **41** kommen sämtliche bekannte dafür geeignete Ausführungsformen zur Kühlung einer Traktionsbatterie **39** mit einem in einem Kühlkreislauf geführten Fluid in Frage.

**[0025]** In Strömungsrichtung des zweiten Fluids nach der zum Wärmeaustausch der Traktionsbatterie **39** mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauschverbindung **41** ist ein über eine in diesem Ausführungsbeispiel als Dreiwegeventil ausgebildete Schalteinrichtung **43** der Strömungsweg des zweiten Fluids zum Wärmetauscher **45** im zweiten Kreislauf **30** zuschaltbar. Der Wärmetauscher **45** ist als ein Fluid-Fluid-Wärmetauscher, wie beispielsweise als Plattenwärmetauscher, ausgebildet und für einen Wärmeaustausch des zweiten Fluids mit dem dritten Fluid des dritten Kreislaufs **50** vorgesehen. Dort kann vom dritten Fluid Wärme an das zweite Fluid abgegeben werden. Die im zweiten Kreislauf **30** vom zweiten Fluid aufgenommene Wärme kann dann wieder im ersten Wärmetauscher **21** an das kühlere und dort beim Verdampfen Wärme aufnehmende erste Fluid abgegeben werden. Das erste Fluid wurde vor dem Wärmetauscher **21** im Expansionsorgan **15** expandiert. Der Wärmetauscher **21** ist also im Niederdruckbereich des ersten Kreislaufs **10** angeordnet.

**[0026]** Im dritten Kreislauf **50** wird das dritte Fluid geführt. Der dritte Kreislauf **50** ist insbesondere zum Kühlen einer Brennstoffzellenanordnung **55** vorgesehen. Das dritte Fluid besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus deionisiertem Wasser beziehungsweise destilliertem Wasser. Nach der als Wasserpumpe ausgebildeten Fördereinrichtung **51** ist in Strömungsrichtung des dritten Fluids der Wärmetauscher **45**, dem für einen Wärmeaustausch mit dem zweiten Fluid das dritte Fluid zuführbar ist, angeordnet. Das in Reihe vor der Brennstoffzellenanordnung **55** geschaltete Filterelement **53** dient der Filterung von Partikeln aus dem dritten Fluid im Zuflussstrom für die zum Wärmeaustausch einer Brennstoffzellenanordnung **55** mit dem dritten Fluid ausgebildete Wärmetauschverbindung **57**. Eine solche Wärmetauschverbindung **57** ist als eine für die Kühlung einer Brennstoffzellenanordnung **55** bekannte und geeignete Art, wie beispielsweise, ohne darauf beschränkt zu sein, durch um die Brennstoffzellenanordnung **55** spulenförmig verlaufende Kühlmittelleitungen, ausgebildet. Die Brennstoffzellenanordnung **55** umfasst beispielsweise, ohne hierauf beschränkt zu sein, Nieder- und Mitteltemperaturbrennstoffzellen auf der Basis einer Polymer-Elektrolytmembran. Parallel zur Brennstoffzellenanordnung **55** ist im dritten Kreislauf **50** ein ebenfalls vom dritten Fluid zu kühlender DCDC-Wandler **59** angeordnet, der den elektrischen Strom der Brennstoffzellenanordnung **55** einstellt. Von der Wärmetauschverbindung **57** mit der Brennstoffzellenanordnung **55** strömt das dritte Fluid im dritten Kreislauf **50** weiter zum Eingang der Fördereinrichtung **51**. In dem dritten Kreislauf **50** ist beispielsweise noch die Anordnung eines Ionentauschers denkbar, der in dem dritten Fluid gelöste Ionen aufnimmt, so dass die Obergrenze eines zulässigen Leitwerts des dritten Fluids nicht überschritten wird.

**[0027]** Der vierte Kreislauf **70**, der ein viertes Fluid führt, ist über den Wärmetauscher **7**, der als Fluid-Fluid-Wärmetauscher wie beispielsweise als Plattenwärmetauscher ausgebildet ist, wärmetechnisch dem Hochdruckbereich des ersten Kreislaufs **10** je nach Schaltung des Ventils **23** an- oder abgekoppelt. Also ist der Wärmetauscher **7** im ersten Kreislauf **10** nach dem Verdichter **3** und vor den beiden Expansionsorganen **15** zuschaltbar angeordnet. Das vierte Fluid ist beispielsweise Wasser oder ein Wasser-Glykol-Gemisch. Auch andere übliche Temperierflüssigkeiten sind als viertes Fluid denkbar. Der Wärmetauscher **7** ist sowohl mit im ersten Kreislauf **10**, nämlich mit seiner ersten Seite **5**, enthalten als auch im vierten Kreislauf **70**, nämlich mit seiner zweiten Seite **73**, mit enthalten. Von der als Wasserpumpe ausgebildeten Fördereinrichtung **71** kann das vierte Fluid durch die zweite Seite **73** des Wärmetauschers **7** gepumpt werden, um dort Wärme vom durch die erste Seite **5** strömenden ersten Fluid aufzunehmen. Die Ausführungsvarianten, dass der Wärmetauscher **7** im ersten Kreislauf **10** ohne einen Bypass

für die Durchströmung des ersten Fluids angeordnet ist, und/oder dass der Wärmetauscher **7** den einzigen Gaskühler oder Kondensator im ersten Kreislauf **10** darstellt, sind auch denkbar. Das vierte Fluid strömt von der Fördereinrichtung **71** durch die zweite Seite **73** des ersten Wärmetauschers **7** weiter durch für solche Heizkreisläufe übliche Leitungen geführt zu einer optionalen das vierte Fluid zusätzlich heizbaren Heizeinrichtung **75**. Von dort strömt das vierte Fluid je nach Schaltung der weiteren Ventile **77**, **79** entweder direkt zum Eingang der Fördereinrichtung **71** oder erst noch vorher durch den Konvektor **81** im Fahrzeuginnenraum und/oder durch die das zweite Fluid zusätzlich heizbare weitere Heizeinrichtung **83** und den Wärmetauscher **85** zum Heizen zumindest eines Innenraumbereichs des Fahrzeugs. Dabei ist durch zumindest gemeint, dass beispielsweise auch Ausführungen, die nicht nur einen Bereich sondern den gesamten Innenraum eines Brennstoffzellen-Fahrzeug heizen, denkbar sind. Im Wärmetauscher **85** wird aus dem vierten Fluid Wärme an die Luft des Fahrzeuginnenraums beziehungsweise eines Bereichs des Fahrzeuginnenraums, wie beispielsweise der Bereich des Fahrers des Fahrzeugs, abgegeben. Es sind auch mehrere in den vierten Kreislauf **70** eingebundene Wärmetauscher **85** zum Wärmeaustausch vom vierten Fluid an die Innenluft an verschiedenen Stellen des Fahrzeuginnenraums zum Heizen unterschiedlicher Bereiche des Fahrzeuginnenraums denkbar. Dazu sind bekannte Ausgestaltungen mit Ventilschaltungen denkbar, die neben dem/den Konvektor/(en) **81** ein voneinander unabhängige Heizung der einzelnen Bereiche des Fahrzeuginnenraums mit Wärme aus dem vierten Fluid durch Wärmetauscher **85** ermöglichen. Die zusätzlich das vierte Fluid heizenden Heizeinrichtungen **75**, **83** sind beispielsweise geeignete und dafür bekannte mit Strom von 400 V Wechselspannung betreibbare PTC-Heizer oder zum Beispiel mit Wasserstoff als Brennstoff betreibbare Heizeinrichtungen.

**[0028]** Der das erste Fluid führende erste Kreislauf **10** kann also im Wärmepumpenbetrieb von der Brennstoffzellenanordnung **55** auf das dritte Fluid im dritten Kreislauf **50** und weiter auf das zweite Fluid übertragene Wärme sowie von der Traktionsbatterie **39** auf das zweite Fluid im zweiten Kreislauf **30** übertragene Wärme zum das vierte Fluid führenden vierten Kreislauf **70** pumpen.

**[0029]** Mit einer in **Fig. 1** aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht abgebildeten Steuervorrichtung des Kreislaufsystems **1** werden die Volumenströme in den vier Kreisläufen **10**, **30**, **50**, **70** gesteuert. Auch die zusätzlichen Heizeinrichtungen **37**, **75**, **83** werden darüber gesteuert. Eine automatische Steuerung durch die Steuervorrichtung ist denkbar. So kann eine automatische Steuerung beispielsweise in Abhängigkeit von den Temperaturen der Traktionsbatterie **39** und/oder der Brennstoffzellenanordnung **55** und/

oder der Außenluft und/oder der Luft im Fahrzeuginnenraum beziehungsweise in Bereichen des Fahrzeuginnenraums erfolgen.

**[0030]** Prinzipiell ist ferner eine Ausführung des ersten Kreislaufs **10**, bei dem das erste Fluid im unterkritischen Bereich betrieben wird, wie bei einem dafür üblichen Kältemittel aus einem FKW, denkbar.

**[0031]** In **Fig. 2** ist in Blockdarstellung eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kreislaufsystems **1** für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug gezeigt. Bis auf den Teil des zweiten Kreislaufs **30** mit der Schalteinrichtung **33**, dem wenigstens eine weitere Wärmetauscher **35**, der das zweite Fluid zusätzlich heizbaren Heizeinrichtung **37** und der zum Wärmeaustausch des zweiten Fluids mit einer Traktionsbatterie **39** ausgebildeten Wärmetauscherverbindung **41** entspricht diese Ausführungsform der in **Fig. 1** gezeigten. Somit wird hinsichtlich der Beschreibung und Bezugszeichen des übrigen Teils des Kreislaufsystems **1**, wie insbesondere des ersten Kreislaufs **10**, des dritten Kreislaufs **50**, des vierten Kreislaufs **70** samt ihrer Komponenten und der Steuervorrichtung, auf die obigen Ausführungen zu **Fig. 1** verwiesen.

**[0032]** Der wenigstens eine Wärmetauscher **35** zum Kühlen der Luft zumindest eines Bereichs eines Innenraums eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs ist im zweiten Kreislauf in Bypass-Anordnung zu der das zweite Fluid zusätzlich heizbaren Heizeinrichtung **37** und zu der zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie **39** mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauscherverbindung **41** angeordnet. Die Schalteinrichtung **33** umfasst in diesem Fall, ohne darauf beschränkt zu sein, ein regelbares Dreiwegeventil. Die Schalteinrichtung **33** schaltet den Stömungsweg des zweiten Fluids, nämlich einerseits durch den Bypass mit dem wenigstens einen weiteren Wärmetauscher **35** und andererseits durch die Heizeinrichtung **37** und durch die zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie **39** mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauscherverbindung **41**. Die Schalteinrichtung **33** weist eine nicht in **Fig. 2** aus Gründen der Übersichtlichkeit dargestellte Regelung auf, mit der der Anteil des Strömungsvolumens des zweiten Fluids zum wenigstens einen weiteren Wärmetauscher **35** und auch der Anteil des Strömungsvolumens des zweiten Fluids zur Heizeinrichtung **37** und zur Wärmetauscherverbindung **41** mit der Traktionsbatterie **39** regelbar ist. So kann je nach Kühlbedarf für einerseits die Traktionsbatterie **39** und für andererseits die Luft für zumindest einen Bereich des Fahrzeuginnenraums die jeweilige Kühlwirkung durch das zweite Fluid stufenlos zwischen diesen beiden Wegen des zweiten Fluids im zweiten Kreislauf geregelt werden.

**[0033]** Die in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiele eines Kreislaufsystems **1** sind beispielsweise für einen mit Elektroantriebsmotor und

Brennstoffzellenanordnung **55** versehenen Omnibus ausgebildet. Denkbar sind auch Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kreislaufsystems **1** für andere Brennstoffzellen-Fahrzeuge, wie insbesondere andere Straßenkraftfahrzeuge.



**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**

- DE 102011076737 A1 [0004]
- EP 0424474 B1 [0008]
- DE 4432272 C2 [0008]

## Patentansprüche

1. Kreislaufsystem (1) für ein Brennstoffzellen-Fahrzeug zumindest umfassend:

- einen ein erstes Fluid führenden im Wärmepumpenbetrieb betreibbaren ersten Kreislauf (10), bei dem in vorgesehener Strömungsrichtung des ersten Fluids wenigstens ein Verdichter (3), wenigstens ein Wärmetauscher (7, 9) als Kondensator oder Gaskühler, wenigstens ein Expansionsorgan (15) und wenigstens ein weiterer Wärmetauscher (17, 21) als Verdampfer angeordnet sind, wobei nach dem wenigstens einen Expansionsorgan (15) und vor dem wenigstens einen Verdichter (3) zumindest ein erster Wärmetauscher (21), dem das erste Fluid zuführbar ist, angeordnet ist,

- einen ein zweites Fluid führenden zweiten Kreislauf (30) insbesondere zum Kühlen zumindest einer Traktionsbatterie (39), wobei in dem zweiten Kreislauf (30) wenigstens eine Fördereinrichtung (31) für das zweite Fluid, der erste Wärmetauscher (21), dem für einen Wärmeaustausch mit dem ersten Fluid das zweite Fluid zuführbar ist, und eine zum Wärmeaustausch des zweiten Fluids mit einer Traktionsbatterie (39) ausgebildete Wärmetauschverbindung (41) angeordnet sind,

- einen ein drittes Fluid führenden dritten Kreislauf (50) insbesondere zum Kühlen einer Brennstoffzellenanordnung (55), wobei in dem dritten Kreislauf (50) wenigstens eine Fördereinrichtung (51) für das dritte Fluid, ein Wärmetauscher (45), dem für einen Wärmeaustausch mit dem zweiten Fluid das dritte Fluid zuführbar ist, und eine zum Wärmeaustausch einer Brennstoffzellenanordnung (55) mit dem dritten Fluid ausgebildete Wärmetauschverbindung (57) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet** dass das Kreislaufsystem (1) ferner einen ein viertes Fluid führenden vierten Kreislauf (70) umfasst, und im vierten Kreislauf (70) wenigstens eine Fördereinrichtung (71) für das vierte Fluid, wenigstens ein das vierte Fluid zuführbarer Wärmetauscher (85) und/oder Konvektor (81) zum Heizen zumindest eines Innenraumbereichs eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs und ein Wärmetauscher (7), dem für einen Wärmeaustausch mit dem ersten Fluid das vierte Fluid zuführbar ist, angeordnet sind, wobei dieser Wärmetauscher (7), dem auch das erste Fluid zuführbar ist, im ersten Kreislauf (10) nach dem wenigstens einen Verdichter (3) und vor dem wenigstens einen Expansionsorgan (15) angeordnet ist.

2. Kreislaufsystem (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet** dass der erste Kreislauf (10) derart ausgebildet ist, dass darin ein überkritisch betreibbares Fluid als erstes Fluid überkritisch betreibbar ist.

3. Kreislaufsystem (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet** dass das erste Fluid CO<sub>2</sub> ist.

4. Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet** dass das zweite und vierte Fluid Wasser oder ein Wasser-Glykol-Gemisch sind und das dritte Fluid deionisiertes Wasser ist.

5. Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet** dass im ersten Kreislauf (10) in vorgesehener Strömungsrichtung des ersten Fluids nach dem wenigstens einen Expansionsorgan (15) und vor dem wenigstens einen Verdichter (3) ein als Fluid-Luft-Wärmetauscher ausgebildeter und als Verdampfer betreibbarer weiterer Wärmetauscher (17) angeordnet ist.

6. Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet** dass dem zweiten Kreislauf (30) und/oder dem vierten Kreislauf (70) zumindest eine das zweite Fluid und/oder vierte Fluid zusätzlich heizbare Heizeinrichtung (37, 75, 83) zugeschaltet oder zuschaltbar ist.

7. Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet** dass im zweiten Kreislauf (30) in vorgesehener Strömungsrichtung des zweiten Fluids nach dem ersten Wärmetauscher (21) und vor der oder in Bypass-Anordnung zu der zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie (39) mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauschverbindung (41) wenigstens ein weiterer Wärmetauscher (35) zum Kühlen der Luft zumindest eines Bereichs eines Innenraums eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs angeordnet ist, und dieser wenigstens eine weitere Wärmetauscher (35) mit einer Schalteinrichtung (33) zu dem zweiten Kreislauf (30) zu- und abschaltbar ist.

8. Kreislaufsystem (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet** dass die Schalteinrichtung (33) eine Regelung aufweist, mit der der Anteil des Strömungsvolumens des zweiten Fluids zum wenigstens einen weiteren Wärmetauscher (35) und im Falle dessen Bypass-Anordnung auch der Anteil des Strömungsvolumens des zweiten Fluids zur Wärmetauschverbindung (41) mit einer Traktionsbatterie (39) regelbar ist.

9. Kreislaufsystem (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet** dass im zweiten Kreislauf (30) in vorgesehener Strömungsrichtung des zweiten Fluids nach dem oder in Bypass-Anordnung zu dem wenigstens einen weiteren Wärmetauscher (35) eine das zweite Fluid zusätzlich heizbare Heizeinrichtung (37) vor der zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie (39) mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauschverbindung (41) angeordnet ist.

10. Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet** dass im zweiten Kreislauf (30) in vorgesehener Strömungsrichtung des zweiten Fluids der für einen Wärmeaustausch zwi-

schen zweitem Fluid und drittem Fluid vorgesehene Wärmetauscher (45) nach der zum Wärmeaustausch einer Traktionsbatterie (39) mit dem zweiten Fluid ausgebildeten Wärmetauschverbindung (41) angeordnet ist.

11. Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet** dass es eine Steuervorrichtung aufweist, mit der die Volumenströme der Fluide in den Kreisläufen (10, 30, 50, 70) steuerbar sind.

12. Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet** dass es für einen mit Elektroantriebsmotor und Brennstoffzellenanordnung (55) versehenen Omnibus ausgebildet ist.

13. Brennstoffzellen-Fahrzeug, wie insbesondere ein mit Elektroantriebsmotor und Brennstoffzellenanordnung (55) versehener Omnibus, mit einem Kreislaufsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

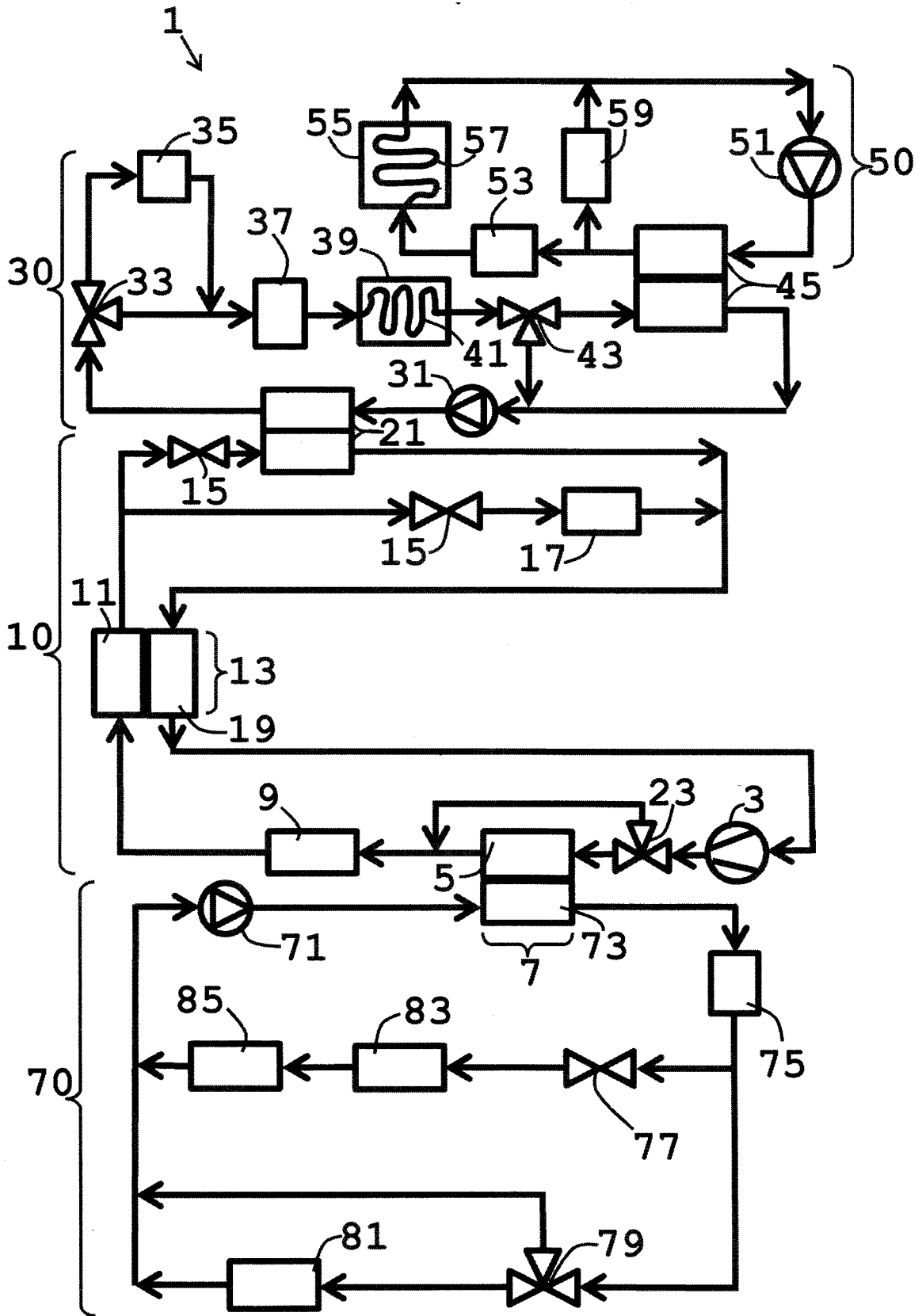


Fig. 1

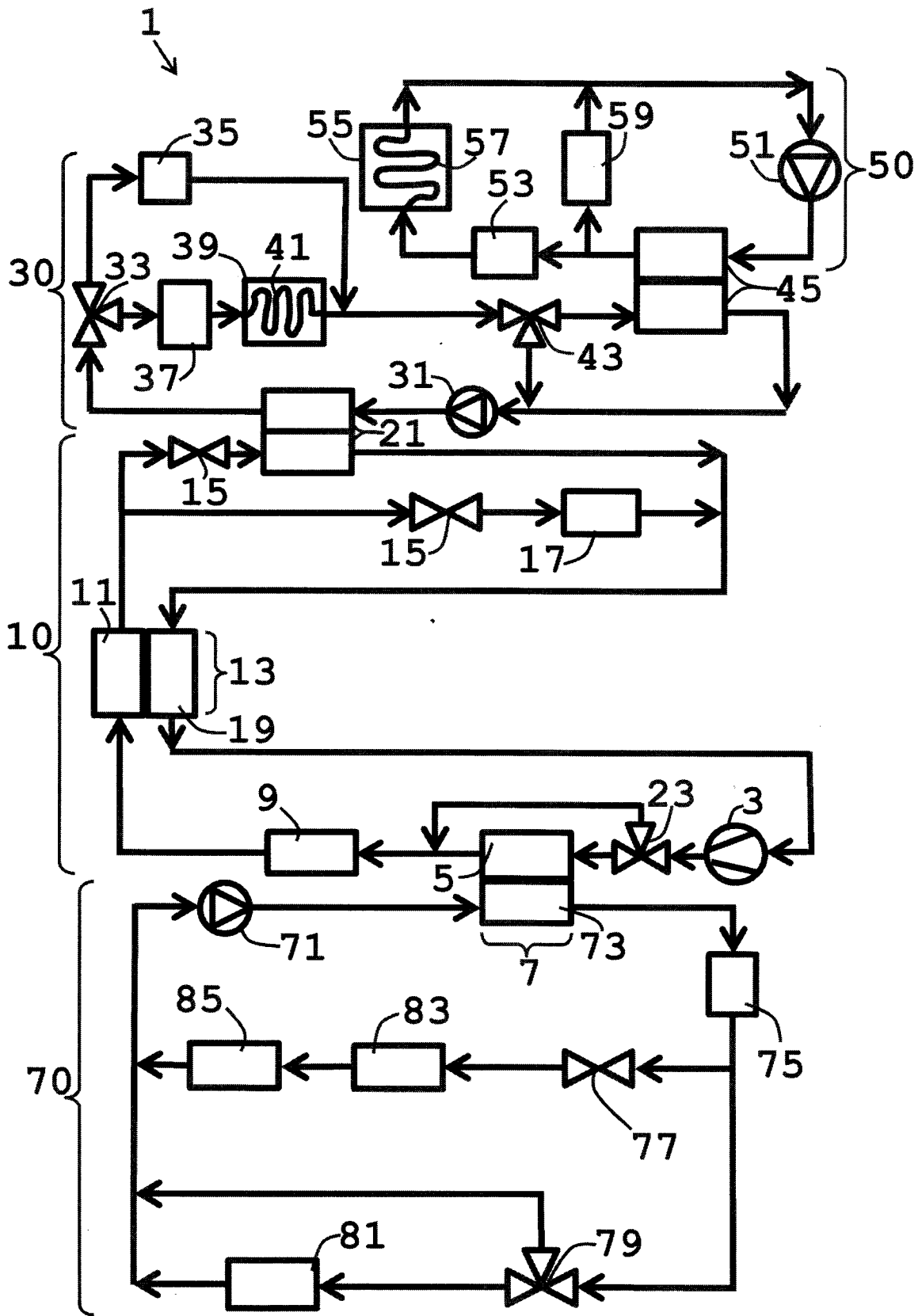


Fig. 2