



(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 004 338.9**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE2014/051110**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/057129**  
(86) PCT-Anmeldetag: **26.09.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.04.2015**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **02.06.2016**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **02.10.2024**

(51) Int Cl.: **F01P 7/16 (2006.01)**  
**F01P 3/20 (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).

(30) Unionspriorität:  
**1351244-7**                      **18.10.2013**    **SE**

(73) Patentinhaber:  
**Scania CV AB, Södertälje, SE**

(74) Vertreter:  
**Wuesthoff & Wuesthoff Patentanwälte und  
Rechtsanwalt PartG mbB, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Kardos, Zoltan, Södertälje, SE; Ekman, Mats,  
Nykvarn, SE; Strindlund, Mattias, Rönninge, SE**

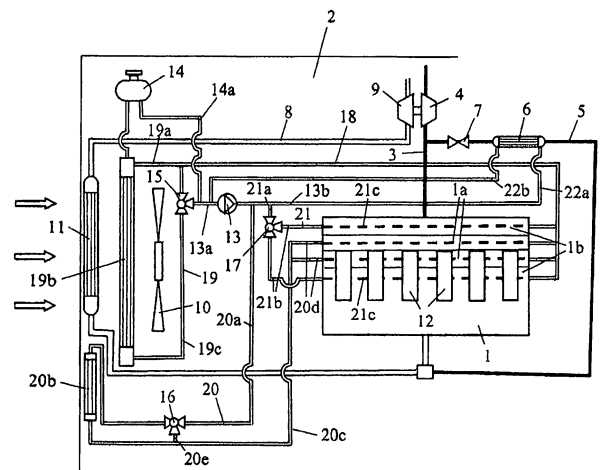
(56) Ermittelte Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>101 34 678</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2011 117 102</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>S63- 195 314</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Kühlsystem in einem Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Kühlsystem in einem Fahrzeug, wobei das Kühlsystem Folgendes umfasst: eine Kühlflüssigkeitspumpe (13), die dafür eingerichtet ist, Kühlflüssigkeit im Kühlsystem umzuwälzen, eine Zuleitung (13a), die Kühlflüssigkeit zur Kühlflüssigkeitspumpe (13) leitet, eine Ableitung (13b), die Kühlflüssigkeit von der Kühlflüssigkeitspumpe (13) erhält, einen ersten Leitungsabschnitt (19), der einen ersten Kühler (19b) und einen ersten Thermostat (15) umfasst, der dafür eingerichtet ist, den Kühlflüssigkeitsstrom durch den ersten Kühler (19b) zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die höher als die Regeltemperatur ( $T_1$ ) des Thermostats ist, und am ersten Kühler (19b) ohne Kühlung vorbei zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die niedriger als die Regeltemperatur ( $T_1$ ) des Thermostats ist, einen zweiten Leitungsabschnitt (20), der dafür eingerichtet ist, die Kühlflüssigkeit zu einer ersten Zone (1a) des Verbrennungsmotors zu leiten, und einen dritten Leitungsabschnitt (21), der dafür eingerichtet ist, die Kühlflüssigkeit zu einer zweiten Zone (1b) des Verbrennungsmotors (1) zu leiten, in der während des Betriebs des Verbrennungsmotors (1) eine niedrigere Temperatur als die Temperatur in der ersten Zone (1a) herrscht, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Leitungsabschnitt (19) Kühlflüssigkeit zur Zuleitung (13a) leitet, der zweite Leitungsabschnitt (20) und der dritte Leitungsabschnitt (21) Kühlflüssigkeit von der Ableitung (13b) der Kühlflüssigkeitspumpe erhalten, wobei der zweite Leitungsabschnitt (20) einen zweiten

Kühler (20b) umfasst, der in der Lage ist, die Kühlflüssigkeit auf eine Temperatur zu kühlen, die niedriger als die Temperatur im ersten Kühler (19b) ist, und einen zweiten Thermostat (16), der dafür eingerichtet ist, die Kühlflüssigkeit im zweiten Leitungsabschnitt zum zweiten Kühler (20b) zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die höher als die Regeltemperatur ( $T_2$ ) des zweiten Thermostats (16) ist, und ohne Kühlung am zweiten Kühler (20b) vorbei zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die niedriger als die Regeltemperatur ( $T_2$ ) des zweiten Thermostats (16) ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Kühlsystem in einem Fahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Beim Verbrennungsprozess in den Zylindern eines Verbrennungsmotors entsteht Wärmeenergie, die angrenzende Bereiche des Zylinderblocks und des Zylinderkopfs erwärmt. Die näher an der Brennkammer gelegenen Bereiche erreichen im Allgemeinen eine höhere Temperatur als die Bereiche, die von der Brennkammer weiter entfernt liegen. Dadurch treten im Zylinderblock und im Zylinderkopf eines Verbrennungsmotors während des Betriebs des Verbrennungsmotors wärmere und kältere Zonen auf. Unter Betriebsbedingungen, bei denen der Verbrennungsmotor über einen langen Zeitraum starker Belastung ausgesetzt ist, können die wärmeren Zonen des Zylinderblocks und des Zylinderkopfs eine sehr hohe Temperatur erreichen.

**[0003]** Herkömmliche Kühlsysteme zum Kühlen von Verbrennungsmotoren wälzen Kühlflüssigkeit um, die während des normalen Betriebs eine Temperatur im Bereich von 80 - 90 °C aufweisen kann. Da die Kühlflüssigkeit durch die Kühlkanäle des Verbrennungsmotors zirkuliert, erhalten alle gekühlten Zonen im Verbrennungsmotor eine Kühlwirkung durch die Kühlflüssigkeit mit im Wesentlichen der gleichen Temperatur. Unter Betriebsbedingungen, bei denen der Verbrennungsmotor über einen langen Zeitraum starker Beanspruchung ausgesetzt ist, kann die Kühlung in den wärmsten Zonen des Zylinderblocks und des Zylinderkopfs inadäquat sein.

**[0004]** Die DE 10 2011 117 102 A1 beschreibt ein Kühlsystem mit einer zirkulierenden Kühlflüssigkeit, die das Kurbelgehäuse und den Zylinderkopf des Verbrennungsmotors kühlen kann. Das Kühlsystem besteht aus einem Hochtemperatur-Kühlkreis und einem Niedrigtemperatur-Kühlkreis. Mithilfe von Ventilen kann zwischen den Kühlkreisen Kühlflüssigkeit übertragen werden. Dadurch kann die Temperatur der Kühlflüssigkeit in den Kühlkreisen variiert werden. Kühlflüssigkeit aus dem Niedrigtemperatur-Kühlkreis kann durch einen unteren, wärmeren Abschnitt des Zylinderkopfs des Verbrennungsmotors geleitet werden und Kühlflüssigkeit aus dem Hochtemperatur-Kühlkreis kann durch einen oberen, kühleren Abschnitt des Zylinderkopfs geleitet werden. Der untere, wärmere Abschnitt des Zylinderkopfs kann dadurch mit Kühlflüssigkeit gekühlt werden, die eine niedrigere Temperatur als die Kühlflüssigkeit aufweist, welche den oberen, kühleren Abschnitt des Zylinderkopfs kühlt. Dieses Kühlsystem ist kompliziert zu regeln und enthält Ventile und andere Komponenten, die teuer in der Anschaffung sind.

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kühlsystem bereitzustellen, das einfach zu regeln ist und relativ wenige Komponenten aufweist, die zu relativ geringen Kosten erhältlich sind, und das dabei in der Lage ist, verschiedene Zonen in einem Verbrennungsmotor mittels Kühlflüssigkeit mit unterschiedlichen Temperaturen zuverlässig zu kühlen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mit einem Kühlsystem gelöst, das die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist. Somit umfasst das Kühlsystem einen ersten Leitungsabschnitt mit einem Kühler und einem ersten Thermostat, der die Zufuhr von Kühlflüssigkeit zum Kühler abhängig von der Temperatur der Kühlflüssigkeit regelt. Der erste Abschnitt der Leitung weist eine Bauweise auf, die derjenigen eines herkömmlichen Kühlsystems entspricht. Das Kühlsystem umfasst außerdem einen zweiten Leitungsabschnitt, der Kühlflüssigkeit durch mindestens eine erste Zone des Verbrennungsmotors leitet, und einen dritten Leitungsabschnitt, der Kühlflüssigkeit durch eine zweite Zone des Verbrennungsmotors leitet, wobei diese Kühlflüssigkeit während des Betriebs des Verbrennungsmotors auf eine niedrigere Temperatur erwärmt wird als die Kühlflüssigkeit in der ersten Zone. Der zweite Leitungsabschnitt umfasst einen zweiten Kühler, der in der Lage ist, Kühlflüssigkeit auf eine niedrigere Temperatur zu kühlen als die Temperatur im ersten Kühler, und einen zweiten Thermostat, der die Zufuhr von Kühlflüssigkeit zum zweiten Kühler abhängig von der Temperatur der Kühlflüssigkeit regelt.

**[0007]** Die Temperatur der Kühlflüssigkeit im Kühlsystem hängt mit der Temperatur des Verbrennungsmotors zusammen. Wenn die Kühlflüssigkeit im Kühlsystem eine niedrige Temperatur aufweist, weist auch der Verbrennungsmotor eine niedrige Temperatur auf. Unter Betriebsbedingungen, bei denen die Temperatur der Kühlflüssigkeit niedrig ist, weist die wärmere, erste Zone des Verbrennungsmotors eine erste, wärmere Zone auf, die eine Temperatur in einer annehmbaren Größenordnung aufweist. Der zweite Thermostat ist so ausgelegt, dass er bei einer Kühlflüssigkeitstemperatur öffnet, die einer Temperatur in der wärmeren ersten Zone des Verbrennungsmotors entspricht, wenn zusätzliche Kühlung erforderlich ist. Unter solchen Betriebsbedingungen öffnet der zweite Thermostat und Kühlflüssigkeit wird durch den zweiten Kühler geleitet, der dadurch in der Lage ist, die Kühlflüssigkeit auf eine niedrigere Temperatur zu kühlen als die Temperatur im ersten Kühler. Dadurch kann zur ersten Zone des Verbrennungsmotors Kühlflüssigkeit mit einer niedrigeren Temperatur als die Temperatur der Kühlflüssigkeit geleitet werden, die zur zweiten Zone des Verbrennungsmotors geleitet wird. Dadurch wird eine effiziente Kühlung der ersten Zone des Verbrennungsmotors erzielt, die sicherstellt, dass die Temperatur in der ersten Zone nicht zu hoch ansteigt.

**[0008]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst der zweite Leitungsabschnitt eine Umgehungsleitung und der zweite Thermostat ist dafür eingerichtet, Kühlflüssigkeit durch die Umgehungsleitung am zweiten Kühler vorbei zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine niedrigere Temperatur als die Regeltemperatur des zweiten Thermostats aufweist. Ein solcher zweiter Leitungsabschnitt kann eine Zuleitung aufweisen, welche die Kühlflüssigkeit zum zweiten Kühler leitet, und eine Ableitung, welche die Kühlflüssigkeit vom Kühler zum Verbrennungsmotor leitet. Die Umgehungsleitung erstreckt sich in diesem Fall zwischen der Zuleitung und der Ableitung. Der zweite Thermostat ist in der Zuleitung in Verbindung mit der Umgehungsleitung angeordnet, wobei er die Kühlflüssigkeit abhängig von der Temperatur der Kühlflüssigkeit im zweiten Leitungsabschnitt durch die Umgehungsleitung oder durch den Kühler leiten kann.

**[0009]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten der zweite Leitungsabschnitt und der dritte Leistungsabschnitt Kühlflüssigkeit aus einer Leitung des Kühlsystems, die im Wesentlichen der Kühlflüssigkeitspumpe direkt nachgeschaltet ist. Die Kühlflüssigkeit weist in dieser Leitung einen Höchstdruck auf und die vorhandene Kühlflüssigkeitspumpe kann daher zum Zirkulieren von Kühlflüssigkeit sowohl durch den zweiten Leitungsabschnitt als auch durch den dritten Leitungsabschnitt eingesetzt werden.

**[0010]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst der zweite Leitungsabschnitt mindestens zwei parallel zueinander angeordnete Kühlkanäle, die sich durch die ersten Zonen des Verbrennungsmotors erstrecken. Der Zylinderkopf und der Zylinderblock des Verbrennungsmotors umfassen jeweils mindestens eine warme erste Zone und diese ersten warmen Zonen befinden sich in einem Abstand voneinander. Es ist hier zweckmäßig, einen Kühlkanal durch die relevanten ersten Zonen anzuordnen, damit in den beiden ersten Zonen eine angenehme Kühlung erzielt wird.

**[0011]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst der dritte Leitungsabschnitt mindestens zwei parallel zueinander angeordnete Kühlkanäle, die sich durch die zweiten Zonen des Verbrennungsmotors erstrecken. Der Zylinderkopf und der Zylinderblock des Verbrennungsmotors umfassen jeweils mindestens eine zweite Zone und diese zweiten Zonen befinden sich in einem Abstand voneinander. Es ist auch in diesem Fall zweckmäßig, einen Kühlkanal durch die relevanten zweiten Zonen anzuordnen, die sich in einem Abstand voneinander befinden, damit eine angenehme Kühlung erzielt wird.

**[0012]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Kühlsystem einen dritten Thermostat, der verhindert, dass Kühlflüssigkeit durch den dritten Leitungsabschnitt zur zweiten Zone des Verbrennungsmotors geleitet wird, wenn die Kühlflüssigkeit eine niedrigere Temperatur als die Regeltemperatur des dritten Thermostats aufweist, und der zulässt, dass Kühlflüssigkeit durch den dritten Leitungsabschnitt zur zweiten Zone des Verbrennungsmotors geleitet wird, wenn die Kühlflüssigkeit eine höhere Temperatur als die Regeltemperatur des dritten Thermostats aufweist. In diesen Fall wird die kältere zweite Zone nach einem Kaltstart keiner anfänglichen Kühlung unterzogen, solange die Kühlflüssigkeit eine niedrigere Temperatur als die Regeltemperatur des dritten Thermostats aufweist. Der Verbrennungsmotor kann dadurch nach einem Kaltstart einer schnelleren Erwärmung unterzogen werden. Die Regeltemperatur des dritten Thermostats legt somit fest, wann es zweckmäßig ist, mit dem Kühlen der kälteren zweiten Zonen des Verbrennungsmotors zu beginnen. Die ersten Zonen werden ab dem Start des Motors durch Kühlflüssigkeit aus dem zweiten Leitungsabschnitt gekühlt.

**[0013]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Thermostate von dem Typ, der einen Wachskörper umfasst, der die Phase bei Regeltemperatur ändert. Der Wachskörper ändert die Phase bei Regeltemperatur von fest zu flüssig. Somit verändert sich das Volumen des Wachskörpers. Diese Veränderung wird dazu genutzt, ein Ventil am Thermostat zu öffnen oder zu schließen. Solche Thermostate sind sehr preisgünstig im Einkauf und funktionieren dennoch sehr zuverlässig. Zumindest einer der Thermostate kann eine Regeltemperatur aufweisen, die variiert werden kann. Unter gewissen Betriebsbedingungen kann es wünschenswert sein, die Öffnungstemperatur des Thermostats zu regeln. Die Thermostate können in diesem Fall mit einer elektrischen Heizvorrichtung versehen sein, mit der die Regeltemperatur des Wachskörpers variiert werden kann.

**[0014]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Kühlsystem einen vierten Leitungsabschnitt, in dem die Kühlflüssigkeit zum Kühlen einer Komponente oder eines Mediums im Fahrzeug genutzt wird. Das Kühlsystem, das einen Verbrennungsmotor kühlt, kann auch vorteilhaft zum Kühlen anderer Komponenten und Medien im Fahrzeug eingesetzt werden. Der vierte Leitungsabschnitt kann in diesem Fall einen Kühler umfassen, der ein Medium kühlt. Der Kühler kann ein AGR-Kühler zum Kühlen rezirkulierender Abgase, ein Ladeluftkühler zum Kühlen von Ladeluft, ein Kühler zum Kühlen von Motoröl, ein Kühler zum Kühlen von Getriebeöl usw. sein. Die Kühlflüssigkeit kann auch zum Kühlen von Komponenten, wie beispiels-

weise elektrischen Steuergeräten, im Fahrzeug genutzt werden.

**[0015]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhält der vierte Leitungsabschnitt Kühlflüssigkeit aus einer Leitung des Kühlsystems, die im Wesentlichen der Kühlflüssigkeitspumpe direkt nachgeschaltet ist. Die vorhandene Kühlflüssigkeitspumpe kann dadurch auch zum Zirkulieren von Kühlflüssigkeit durch den vierten Leitungsabschnitt genutzt werden. In diesem Fall ist auch keine zusätzliche Kühlflüssigkeitspumpe erforderlich.

**[0016]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird unten als Beispiel mit Verweis auf die beigefügten Zeichnung beschrieben, wobei:

**Fig. 1** ein Kühlsystem in einem Fahrzeug gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt.

**[0017]** Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors 1, der in einem Fahrzeug 2 angeordnet ist. Der Verbrennungsmotor 1 kann ein Dieselmotor und das Fahrzeug ein Schwerfahrzeug sein. Der Verbrennungsmotor 1 umfasst eine Abgasleitung 3, die mit einer Turbine 4 an einer Turboladereinheit ausgestattet ist. Eine Rückleitung 5 zur Rückführung von Abgasen führt einen Teil der Abgase aus der Abgasleitung 3 zum Verbrennungsmotor 1 zurück. Die Rückleitung 5 umfasst ein AGR-Ventil 7 mit dem es möglich ist, den Abgasstrom in der Rückleitung 5 zu regeln, und einen AGR-Kühler 6 zum Kühlen der rezirkulierenden Abgase. Das Fahrzeug 2 umfasst eine Luftleitung 8, die Luft zum Verbrennungsmotor 1 leitet. Ein Kompressor 9 saugt Luft an und verdichtet sie in der Luftleitung 8. Die verdichtete Luft wird zu einem Ladeluftkühler 11 geleitet, der in einem vorderen Teil des Fahrzeugs 2 angeordnet ist. Ein Kühlgebläse 10 saugt einen Kühlluftstrom aus der Umgebungsluft durch den Ladeluftkühler 11 an. Nachdem die Luft im Ladeluftkühler 11 gekühlt wurde, wird sie mit den rezirkulierenden Abgasen in der Rückleitung 5 gemischt, wonach das Gemisch zu den Zylindern 12 des Verbrennungsmotors geleitet wird.

**[0018]** Der Verbrennungsmotor 1 wird durch ein Kühlsystem mit einer zirkulierenden Kühlflüssigkeit gekühlt. Die Kühlflüssigkeit wird im Kühlsystem mithilfe einer Kühlflüssigkeitspumpe 13 umgewälzt. Die Kühlflüssigkeitspumpe 13 kann konventionell durch den Verbrennungsmotor 1 mittels eines geeigneten Getriebes angetrieben werden, das in den Zeichnungen nicht dargestellt ist. Das Kühlsystem umfasst eine Zuleitung 13a, die Kühlflüssigkeit zur Kühlflüssigkeitspumpe 13 leitet, und eine Ableitung 13b, die Kühlflüssigkeit von der Kühlflüssigkeitspumpe 13 erhält. Das Kühlsystem umfasst ein Ausdehnungsgefäß 14, das Kühlflüssigkeit in das Kühlsystem füllt und den erforderlichen Druck im System sicherstellt,

wenn der Kühlflüssigkeit warm wird und sich ausdehnt. Das Ausdehnungsgefäß 14 ist mit der Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe durch eine Vorrichtung verbunden, die als „statische Leitung“ 14a bekannt ist. Dadurch wird der erforderliche Druck in der Zuleitung 13a zur Ansaugseite der Kühlflüssigkeitspumpe 13 erzeugt, so dass Kavitation vermieden wird. Das Kühlsystem umfasst einen ersten Thermostat 15, der den Kühlflüssigkeitsstrom durch einen ersten Leitungsabschnitt 19 des Kühlsystems leitet, einen zweiten Thermostat 16, der den Kühlflüssigkeitsstrom durch einen zweiten Leitungsabschnitt 20 des Kühlsystems leitet, und einen dritten Thermostat 17, der den Kühlflüssigkeitsstrom durch einen dritten Leitungsabschnitt 21 des Kühlsystems leitet. Es ist ein Vorteil, wenn die Thermostate von dem Typ sind, der einen Wachskörper enthält, der bei Regeltemperatur einer Phasenumwandlung unterliegt. Solche Thermostate sind sehr preisgünstig im Einkauf und funktionieren dennoch sehr zuverlässig. Sie können auch mit einer elektrischen Heizvorrichtung ausgestattet werden, mit der die Regeltemperatur unter verschiedenen Betriebsbedingungen geregelt werden kann.

**[0019]** Der erste Thermostat 15 erhält Kühlflüssigkeit in einer Rückleitung 18 vom Verbrennungsmotor 1. Der erste Thermostat 15 öffnet, wenn die Temperatur der Kühlflüssigkeit in der Rückleitung 18 die Regeltemperatur  $T_1$  des ersten Thermostats 15 übersteigt. Wenn die Kühlflüssigkeit in der Rückleitung 18 eine niedrigere Temperatur als die erste Regeltemperatur  $T_1$  aufweist, leitet er die Kühlflüssigkeit ohne Kühlung zu einer Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe. Wenn die Kühlflüssigkeit in der Rückleitung 18 eine höhere Temperatur als die erste Regeltemperatur  $T_1$  aufweist, öffnet der erste Thermostat 15 und Kühlflüssigkeit wird durch den ersten Kreis geleitet. Der erste Kreis umfasst eine Zuleitung 19a, die Kühlflüssigkeit von der Rückleitung 18 erhält und diese zu einem ersten Kühler 19b leitet, der im vorderen Teil des Fahrzeugs unter Beachtung des Kühlluftstroms durch den Ladeluftkühler 11 in einer dem Ladeluftkühler 11 nachgeschalteten Position angeordnet ist. Die Kühlflüssigkeit im ersten Kühler 19b wird in diesem Fall durch denselben Luftstrom gekühlt, der zuerst den Ladeluftkühler 11 passiert hat. Der Luftstrom, der durch den ersten Kühler 19b strömt, weist infolgedessen eine höhere Temperatur als die Umgebungsluft auf. Der erste Leitungsabschnitt 19 umfasst eine Ableitung 19c, welche die Kühlflüssigkeit vom ersten Kühler 19b zur Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe leitet.

**[0020]** Der zweite Thermostat 16 ist in einem zweiten Leitungsabschnitt 20 angeordnet. Der zweite Leitungsabschnitt 20 umfasst eine Zuleitung 20a, die Kühlflüssigkeit von der Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe erhält. Die Zuleitung 20a ist an einem entgegengesetzten Ende an einen zweiten

Kühler 20b angeschlossen. Der zweite Kühler 20b ist im vorderen Teil des Fahrzeugs in einer Position angeordnet, die sich auf gleicher Höhe mit dem Ladeluftkühler 11 befindet. Er kann alternativ vor dem Ladeluftkühler 11 angeordnet sein. Auch in diesem Fall wird die Kühlflüssigkeit durch einen Kühlstrom gekühlt, der mithilfe des Kühlgebläses 10 durch den zweiten Kühler 20b geleitet wird. Die Luft, die durch den zweiten Kühler 20b geleitet wird, weist jedoch die Temperatur der Umgebung auf und somit eine niedrigere Temperatur als die der Luft, die durch den ersten Kühler 19b geleitet wird. Der zweite Leitungsabschnitt 20 umfasst eine Ableitung 20c, welche die Kühlflüssigkeit vom zweiten Kühler 20b zu zwei Kühlkanälen 20d leitet, die parallel angeordnet sind und sich durch die ersten Zonen 1a des Verbrennungsmotors erstrecken, die eine sehr hohe Kühlwirkung erfordern. Die ersten Zonen 1a stellen Bereiche des Zylinderblocks und des Zylinderkopfs des Verbrennungsmotors dar, die während des Betriebs eine hohe Temperatur erreichen. Der zweite Thermostat 16 ist in der Zuleitung 20a angeordnet. Der zweite Thermostat weist eine zweite Regeltemperatur  $T_2$  auf. Wenn die Kühlflüssigkeit in der Zuleitung 20a eine niedrigere Temperatur als die zweite Regeltemperatur  $T_2$  aufweist, leitet der zweite Thermostat 16 Kühlflüssigkeit über eine Umgehungsleitung 20e von der Zuleitung 20a zur Ableitung 20c, ohne dass sie im zweiten Kühler 20b gekühlt wird. Wenn die Kühlflüssigkeit in der Zuleitung 20a eine höhere Temperatur als die zweite Regeltemperatur  $T_2$  aufweist, leitet der zweite Thermostat 16 Kühlflüssigkeit zur Kühlung zum zweiten Kühler 20b, bevor sie zu den Kühlkanälen 20d weitergeleitet wird, die sich durch den Verbrennungsmotor 1 erstrecken.

**[0021]** Der dritte Leitungsabschnitt 21 umfasst eine Zuleitung 21a, die Kühlflüssigkeit von der Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe zum dritten Thermostat 21 leitet. Der dritte Leitungsabschnitt 21 umfasst zwei parallele Ableitungen 21b, die Kühlflüssigkeit vom dritten Thermostat 17, wenn dieser geöffnet ist, zu zwei Kühlkanälen 21c leiten, die parallel zueinander angeordnet sind und sich jeweils durch eine zweite Zone 1b des Verbrennungsmotors erstrecken. Die zweiten Zonen 1b umfassen Bereiche des Zylinderblocks und des Zylinderkopfs des Verbrennungsmotors, die während des Betriebs nicht die gleiche hohe Temperatur wie die Temperatur in den ersten Zonen 1a erreichen. Der dritte Thermostat 17 ermittelt die Temperatur der Kühlflüssigkeit in einer Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe. Der dritte Thermostat 17 öffnet, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die höher als eine dritte Regeltemperatur  $T_3$  ist. Das Kühlsystem umfasst auch einen vierten Kreis 22, der Kühlflüssigkeit von der Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe erhält. Der Kreis 22 umfasst eine Zuleitung 22a, die Kühlflüssigkeit erhält und diese an den AGR-Kühler 6 leitet. Der vierte Kreis 22 umfasst eine Rückleitung 22b, die

Kühlflüssigkeit vom AGR-Kühler 6 zur Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe zurückleitet.

**[0022]** Nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors 1 startet die Kühlflüssigkeitspumpe 13 die Umwälzung der Kühlflüssigkeit im Kühlsystem. Die Kühlflüssigkeit weist anfangs die Temperatur der Umgebung auf, die im Winter sehr niedrig sein kann. Die Zuleitung 20a am zweiten Kreis 20 erhält kontinuierlich Kühlflüssigkeit von der Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe. Der zweite Thermostat 16 ermittelt die Temperatur der Kühlflüssigkeit in der Zuleitung 20a. Die Kühlflüssigkeit weist, zumindest anfangs, eine Temperatur auf, die niedriger als die Regeltemperatur  $T_2$  des zweiten Thermostats ist. Somit leitet der zweite Thermostat 16 Kühlflüssigkeit durch die Umgehungsleitung 20e zur Ableitung 20c, ohne dass sie im zweiten Kühler 20b gekühlt wird. Die Kühlflüssigkeit wird anschließend durch die Kühlkanäle 20d geleitet, die sich durch die ersten Zonen 1a des Verbrennungsmotors erstrecken. Die Kühlflüssigkeit kühlt den Zylinderblock und den Zylinderkopf in den ersten Zonen. Nachdem die Kühlflüssigkeit den Verbrennungsmotor 1 durchlaufen hat, wird sie in der Rückleitung 18 gesammelt und zum ersten Thermostat 15 geleitet, der den Kühlflüssigkeitsstrom im ersten Leitungsabschnitt 19 regelt.

**[0023]** Der dritte Thermostat 17 ermittelt die Temperatur der Kühlflüssigkeit in der Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe. Die Kühlflüssigkeit weist, zumindest anfangs nach einem Kaltstart, eine Temperatur auf, die niedriger als die Regeltemperatur  $T_3$  des dritten Thermostats ist. Der dritte Thermostat 17 verhindert so, dass Kühlflüssigkeit durch die Kühlkanäle 21b geleitet wird, die sich durch die zweiten Zonen 1b des Verbrennungsmotors erstrecken. Somit findet in dieser Phase keine Kühlung der zweiten Zonen 1b des Verbrennungsmotors 1 statt. Der Verbrennungsmotor 1 unterliegt dadurch einer schnelleren Erwärmung.

**[0024]** Die Rückleitung 18 erhält Kühlflüssigkeit, die durch die Kühlkanäle 20d zirkuliert ist, durch den zweiten Kreis 20. Der erste Thermostat 15 ermittelt die Temperatur der Kühlflüssigkeit in der Rückleitung 18. Die Kühlflüssigkeit weist in dieser Phase eine erheblich niedrigere Temperatur als die Regeltemperatur  $T_1$  des ersten Thermostats 15 auf. Der erste Thermostat 15 leitet somit die Kühlflüssigkeit zur Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe, ohne dass sie im ersten Kühler 19b gekühlt wird. Der vierte Kreis 22 erhält kontinuierlich Kühlflüssigkeit von der Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe. Diese Kühlflüssigkeit wird zum AGR-Kühler 6 geleitet, wo sie die rezirkulierenden Abgase in der Rückleitung 5 kühlt. Die Kühlflüssigkeit wird anschließend zur wiederholten Zirkulation im Kühlsystem zur Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe geleitet. Während der Anfangsphase nach einem Kaltstart, wie oben

beschrieben, nimmt die Kühlflüssigkeit Wärme aus den ersten Zonen 1a des Verbrennungsmotors und den rezirkulierenden Abgasen im AGR-Kühler 6 auf. Die Kühlflüssigkeit kühlt weder im ersten Kühler 19b noch im zweiten Kühler 20b. Die Kühlflüssigkeit im Kühlsystem erreicht somit eine schnell ansteigende Temperatur.

**[0025]** Die Temperatur der Kühlflüssigkeit erreicht die Regeltemperatur  $T_3$  des dritten Thermostats 17 relativ schnell nach einem Kaltstart. Der dritte Thermostat 17 öffnet und es wird ein Kühlflüssigkeitsstrom durch die Zuleitung 21a aufgebaut. Der dritte Thermostat 17 leitet nun Kühlflüssigkeit durch die zwei Ableitungen 21b zu den Kühlkanälen 21c, die sich durch die zweiten Zonen 1b des Verbrennungsmotors erstrecken. Die Kühlflüssigkeit in der Zuleitung 20a des zweiten Kreises weist jedoch nach wie vor eine Temperatur auf, die niedriger als die Regeltemperatur  $T_2$  des zweiten Thermostats 16 ist. Somit leitet der zweite Thermostat auch in dieser Phase Kühlflüssigkeit durch die Umgehungsleitung 20e zur Ableitung 20c, ohne dass sie im zweiten Kühler 20b gekühlt wird. Die Kühlflüssigkeit wird anschließend durch die Kühlkanäle 20d geleitet, die sich durch die ersten Zonen 1a des Verbrennungsmotors erstrecken. Kühlflüssigkeit, welche die Kühlkanäle 20d, 21c des Verbrennungsmotors 1 durchlaufen hat, wird in der Rückleitung 18 gesammelt und zum ersten Thermostat 15 geleitet. Der erste Thermostat 15 ermittelt die Temperatur der Kühlflüssigkeit in der Rückleitung 18.

**[0026]** Die Kühlflüssigkeit weist auch in dieser Phase eine Temperatur auf, die niedriger als die Regeltemperatur  $T_1$  des ersten Thermostats 15 ist. Der erste Thermostat 15 leitet somit die Kühlflüssigkeit zur Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe, ohne dass sie im ersten Kühler 19b gekühlt wird. Die Zirkulation der Kühlflüssigkeit im vierten Kreis 22 ist unverändert. Somit kommt in dieser Phase die Kühlung der zweiten Zonen des Verbrennungsmotors 1 hinzu. Die Kühlflüssigkeit wird somit mit Wärmeenergie aus den ersten 1a und den zweiten Zonen 1b des Verbrennungsmotors und aus den rezirkulierenden Abgasen im AGR-Kühler 6 angereichert. Die Kühlflüssigkeit kühlt im Kühlsystem nicht und die Temperatur der Kühlflüssigkeit steigt weiter an.

**[0027]** Mit fortgesetztem Betrieb des Fahrzeugs 2 wird die Kühlflüssigkeit schließlich auf eine Temperatur erwärmt, die höher als die Regeltemperatur  $T_1$  des ersten Thermostats 15 ist. Der erste Thermostat 15 öffnet und leitet Kühlflüssigkeit durch den ersten Kreis 19. Die Kühlflüssigkeit wird durch die Zuleitung 19a zum Kühler 19b geleitet, wo die Kühlflüssigkeit durch Luft gekühlt wird, die mithilfe des Kühlgebläses 10 und Fahrzeuggegenwind durch den Kühler 19b gedrückt wird. Die Kühlflüssigkeit wird anschließend

zur wiederholten Zirkulation im Kühlsystem durch die Ableitung 19c zur Zuleitung 13a der Kühlflüssigkeitspumpe geleitet. Somit wird die Kühlflüssigkeit in dieser Phase einer Kühlung im Kühler 19 unterzogen. Die Aufgabe des Kühlers 19 besteht darin, die Kühlflüssigkeit so zu kühlen, dass er mithilfe des ersten Thermostats 15 eine stabile Betriebstemperatur der Kühlflüssigkeit sicherstellen kann, bei welcher der Verbrennungsmotor 1 seine optimalen Eigenschaften erreicht. Die Kühlleistung, der die Kühlflüssigkeit im Kühler unterliegt, entspricht hier im Wesentlichen der Wärmeleistung, welche die Kühlflüssigkeit aufnimmt, wenn sie vom Verbrennungsmotor und den rezirkulierenden Abgasen im AGR-Kühler 6 erwärmt wird.

**[0028]** Die Belastung des Motors variiert jedoch während des Betriebs und somit variiert auch die Wärmeleistung, die im ersten Kühler 19b entzogen werden muss. Unter Betriebsbedingungen, bei denen der Verbrennungsmotor 1 starker Belastung ausgesetzt ist, ist der erste Kühler 19b nicht immer in der Lage, die Wärmeleistung zu entziehen, welche die Kühlflüssigkeit aufnimmt, wenn sie den Verbrennungsmotor 1 und die rezirkulierenden Abgase im AGR-Kühler 6 kühlt. Dies führt dazu, dass die Temperatur der Kühlflüssigkeit in der Rückleitung 18 auf eine Höhe ansteigt, die über der Regeltemperatur  $T_1$  des ersten Thermostats liegt. Da der erste Kühler 19b nicht in der Lage ist, die Temperatur der Kühlflüssigkeit auf der gewünschten Betriebstemperatur zu halten, öffnet der zweite Thermostat 16. Der zweite Thermostat 16 weist eine Regeltemperatur  $T_3$  auf, die bestimmt, wann die Temperatur der Kühlflüssigkeit nach dem Kühlen im ersten Kühler 19b zu hoch ist. Wenn dies geschieht, leitet der zweite Thermostat 16 die Kühlflüssigkeit in den zweiten Leitungsabschnitt 20 zum zweiten Kühler 20b. Dadurch wird Kühlflüssigkeit, die bereits im ersten Kühler 19b gekühlt wurde, in einer zweiten Phase im zweiten Kühler 20b durch Luft gekühlt, welche die Temperatur der Umgebung aufweist. Sie kann dadurch eine Temperatur erreichen, die niedriger als diejenige der Kühlflüssigkeit ist, die durch den dritten Kreis 21 und durch die zweiten Zonen des Verbrennungsmotors 1 geleitet wird. Diese relativ kalte Kühlflüssigkeit wird vom zweiten Kühler 20b durch die Ableitung 20c zu den Kühlkanälen 20d geleitet, die sich durch die ersten Zonen 1a des Verbrennungsmotors erstrecken. Diese ersten Zonen werden dadurch effizient gekühlt. Somit wird die gesamte Kühlflüssigkeit in dieser Phase im ersten Kühler 19b gekühlt. Der Teil der Kühlflüssigkeit, der durch den zweiten Leitungsabschnitt geleitet wird, wird auch in einem zweiten Schritt im zweiten Kühler 20b auf eine noch niedrigere Temperatur als diejenige der Kühlflüssigkeit, die nur im ersten Kühler 19b gekühlt wird, gekühlt. Da auch der zweite Kühler 20b zum Kühlen der Kühlflüssigkeit genutzt wird, stellt das Kühlsystem eine höhere Kühlkapazität bereit. Gleichzeitig kann die

zusätzliche bereitgestellte Kühlkapazität den Bereichen bereitgestellt werden, in denen Kühlung am meisten benötigt wird, nämlich den heißen ersten Zonen 1a des Verbrennungsmotors 1. Das Risiko, dass die Temperatur in den ersten Zonen 1a des Verbrennungsmotors 1 unannehmbar hoch wird, wenn der Verbrennungsmotor 1 über einen langen Zeitraum sehr hoher Belastung ausgesetzt ist, wird dadurch im Wesentlichen ausgeschaltet. Ein weiterer Vorteil des Kühlsystems besteht darin, dass es nur eine Kühlflüssigkeitspumpe erfordert, um die Kühlflüssigkeit in allen Leitungsabschnitten 19, 20, 21, 22 des Kühlsystems umzuwälzen. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der zweite Kreis 20, der dritte Kreis 21 und der vierte Kreis 22 Kühlflüssigkeit von der Ableitung 13b der Kühlflüssigkeitspumpe in den Zuleitungen 20a, 21a, 22a, die parallel angeordnet sind, erhalten. Ein weiterer Vorteil des Kühlsystems besteht darin, dass es sehr einfach zu regeln ist. Die Thermostate 15, 16 und 17 ermöglichen eine einfache und effiziente Regelung des Kühlsystems. Thermostate sind Komponenten, die zu sehr geringen Kosten erhältlich sind.

**[0029]** Die Erfindung ist keineswegs auf die in der Zeichnung beschriebene Ausführungsform beschränkt. Sie kann innerhalb des Schutzzumfangs der Patentansprüche frei variiert werden.

### Patentansprüche

1. Kühlsystem in einem Fahrzeug, wobei das Kühlsystem Folgendes umfasst: eine Kühlflüssigkeitspumpe (13), die dafür eingerichtet ist, Kühlflüssigkeit im Kühlsystem umzuwälzen, eine Zuleitung (13a), die Kühlflüssigkeit zur Kühlflüssigkeitspumpe (13) leitet, eine Ableitung (13b), die Kühlflüssigkeit von der Kühlflüssigkeitspumpe (13) erhält, einen ersten Leitungsabschnitt (19), der einen ersten Kühler (19b) und einen ersten Thermostat (15) umfasst, der dafür eingerichtet ist, den Kühlflüssigkeitsstrom durch den ersten Kühler (19b) zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die höher als die Regeltemperatur ( $T_1$ ) des Thermostats ist, und am ersten Kühler (19b) ohne Kühlung vorbei zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die niedriger als die Regeltemperatur ( $T_1$ ) des Thermostats ist, einen zweiten Leitungsabschnitt (20), der dafür eingerichtet ist, die Kühlflüssigkeit zu einer ersten Zone (1a) des Verbrennungsmotors zu leiten, und einen dritten Leitungsabschnitt (21), der dafür eingerichtet ist, die Kühlflüssigkeit zu einer zweiten Zone (1b) des Verbrennungsmotors (1) zu leiten, in der während des Betriebs des Verbrennungsmotors (1) eine niedrigere Temperatur als die Temperatur in der ersten Zone (1a) herrscht, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Leitungsabschnitt (19) Kühlflüssigkeit zur Zuleitung (13a) leitet, der zweite Leitungsabschnitt (20) und der dritte Leitungsabschnitt (21) Kühlflüssigkeit von der Ablei-

tung (13b) der Kühlflüssigkeitspumpe erhalten, wobei der zweite Leitungsabschnitt (20) einen zweiten Kühler (20b) umfasst, der in der Lage ist, die Kühlflüssigkeit auf eine Temperatur zu kühlen, die niedriger als die Temperatur im ersten Kühler (19b) ist, und einen zweiten Thermostat (16), der dafür eingerichtet ist, die Kühlflüssigkeit im zweiten Leitungsabschnitt zum zweiten Kühler (20b) zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die höher als die Regeltemperatur ( $T_2$ ) des zweiten Thermostats (16) ist, und ohne Kühlung am zweiten Kühler (20b) vorbei zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die niedriger als die Regeltemperatur ( $T_2$ ) des zweiten Thermostats (16) ist.

2. Kühlsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Leitungsabschnitt eine Umgehungsleitung (20e) umfasst und dass der zweite Thermostat (16) dafür eingerichtet ist, die Kühlflüssigkeit am zweiten Kühler (20b) vorbei durch die Umgehungsleitung (20e) zu leiten, wenn die Kühlflüssigkeit eine Temperatur aufweist, die niedriger als die Regeltemperatur ( $T_2$ ) des zweiten Thermostats ist.

3. Kühlsystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Leitungsabschnitt (20) mindestens zwei parallel zueinander angeordnete Kühlkanäle (20d) umfasst, die sich durch die ersten Zonen des Verbrennungsmotors (1) erstrecken.

4. Kühlsystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Leitungsabschnitt (21) mindestens zwei parallel zueinander angeordnete Kühlkanäle (21c) umfasst, die sich durch die zweiten Zonen des Verbrennungsmotors (1) erstrecken.

5. Kühlsystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen dritten Thermostat (17) umfasst, der verhindert, dass Kühlflüssigkeit durch den dritten Leitungsabschnitt (21) zur zweiten Zone des Verbrennungsmotors (1) geleitet wird, wenn die Kühlflüssigkeit eine niedrigere Temperatur als die Regeltemperatur ( $T_3$ ) des dritten Thermostats (17) aufweist, und zulässt, dass Kühlflüssigkeit durch den dritten Leitungsabschnitt (21) zur zweiten Zone (1b) des Verbrennungsmotors (1) geleitet wird, wenn die Kühlflüssigkeit eine höhere Temperatur als die Regeltemperatur ( $T_3$ ) des dritten Thermostats (17) aufweist.

6. Kühlsystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Thermostate (15, 16, 17) von dem Typ sind, der einen Wachskörper umfasst, der bei Regeltemperatur die Phase ändert.

7. Kühlsystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens einer der Thermostate eine Regeltemperatur aufweist, die variiert werden kann.

8. Kühlsystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen vierten Leitungsabschnitt umfasst, der einen Kühler (6) zur Kühlung eines Mediums umfasst.

9. Kühlsystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vierte Leitungsabschnitt Kühlfüssigkeit von der Ableitung (13b) im Kühlsystem erhält, die im Wesentlichen der Kühlfüssigkeitspumpe (13) direkt nachgeschaltet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

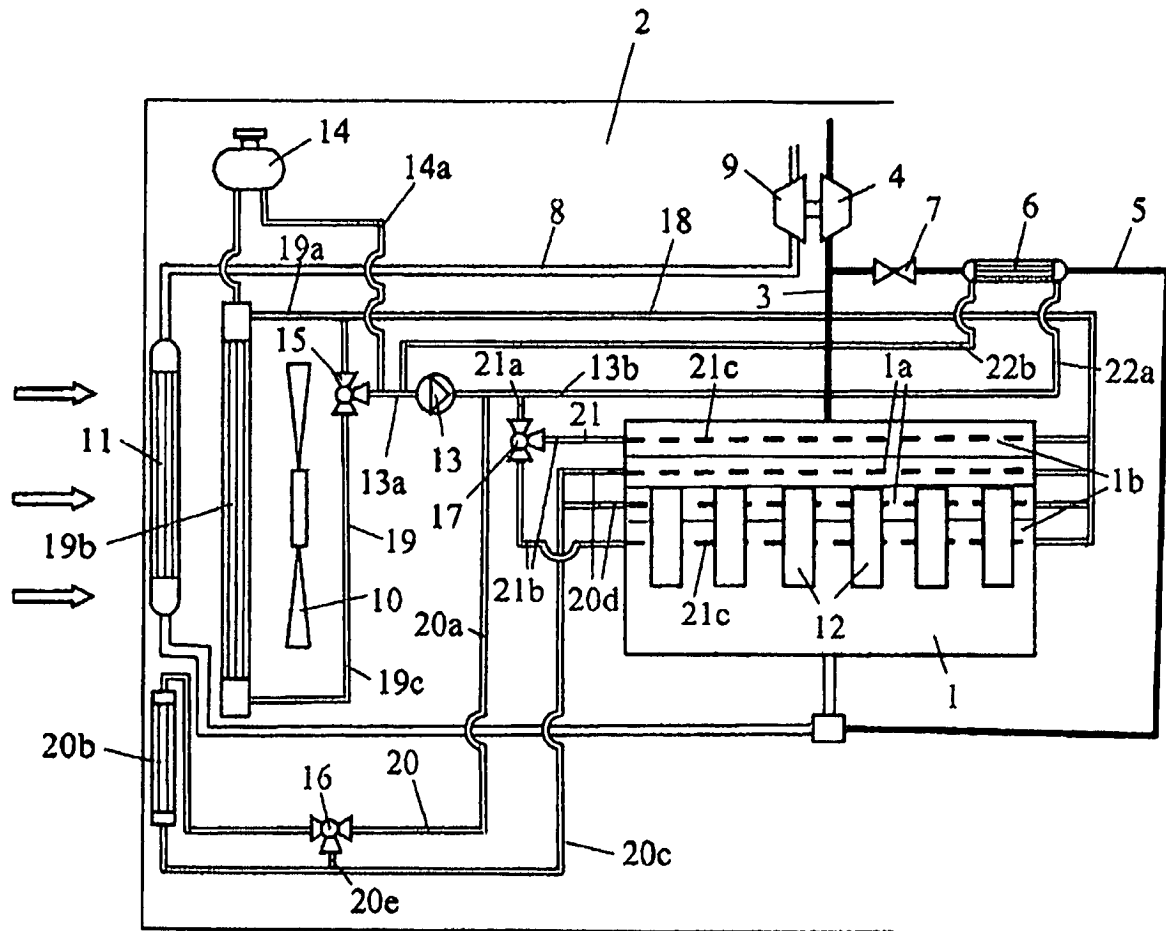


Fig 1