



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 015 106.8**
 (22) Anmeldetag: **16.04.2010**
 (43) Offenlegungstag: **20.10.2011**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **16.05.2013**

(51) Int Cl.: **F01P 3/20** (2006.01)
F01P 3/08 (2006.01)
F01P 5/10 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

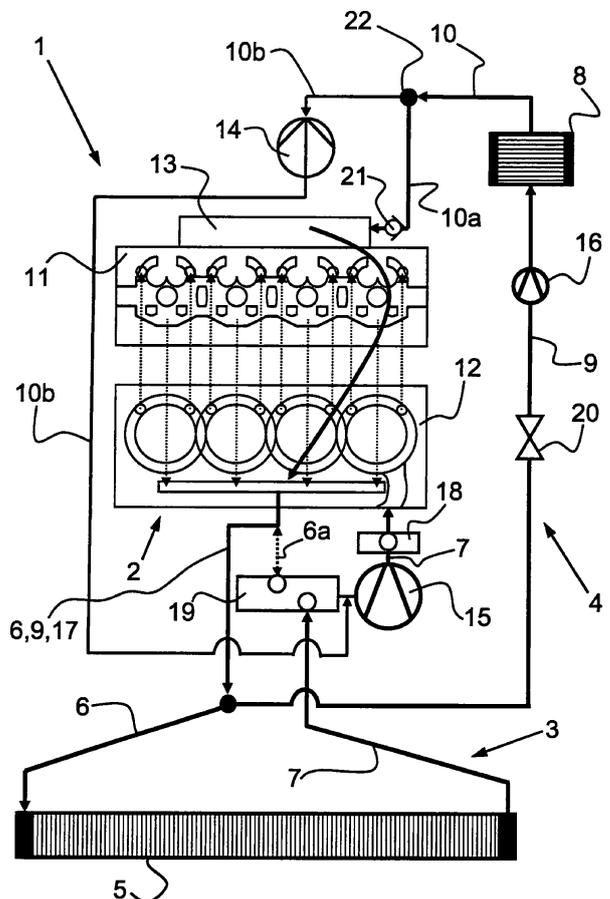
(73) Patentinhaber:
AUDI AG, 85057, Ingolstadt, DE

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

(72) Erfinder:
**Rank, Stefan, 85049, Ingolstadt, DE; Adam,
 Stephan, Dr., 85101, Lenting, DE**

(54) Bezeichnung: **Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Kühlmittelkreislauf (1) für eine Brennkraftmaschine (2) eines Kraftfahrzeugs, aufweisend einen Hauptkreislauf (3) mit einem Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) stromauf und einem Hauptwärmetauscher-Rücklauf (7) stromab eines Hauptwärmetauschers (5), einen Heizkreislauf (4) mit einem Heizungswärmetauscher-Vorlauf (9) stromauf und einem Heizungswärmetauscher-Rücklauf (10) stromab eines Heizungswärmetauschers (8), sowie eine Brennkraftmaschine (2) mit mindestens einem Zylinderkopf (11), einem Zylinderkurbelgehäuse (12), und mindestens einem abgasführenden Bauteil (13, 14), die mit Kühlmittel aus dem Kühlmittelkreislauf (1) beuschlagbar und zu diesem Zweck strömungstechnisch miteinander verbunden sind, wobei eine Hauptkühlmittelpumpe (15) in dem Hauptkreislauf (3) und eine Sekundärkühlmittelpumpe (16) in dem Heizkreislauf (4) angeordnet sind, wobei der Heizungswärmetauscher-Rücklauf (10) an dem Zylinderkopf (11) oder einem abgasführenden Bauteil (13, 14), der Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) an dem Zylinderkopf (11) oder dem Zylinderkurbelgehäuse (12) und der Hauptwärmetauscher-Rücklauf (7) an dem Zylinderkurbelgehäuse (12) angeschlossen ist, wobei der Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) und der Heizungswärmetauscher-Vorlauf (9) einen gemeinsamen Abschnitt (17) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die abgasführenden Bauteile (13,...



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

DE	195 06 935	C1
DE	27 53 716	A1
DE	44 32 292	A1
DE	100 47 810	A1
DE	197 26 217	A1
DE	197 36 133	A1
DE 10	2006 011 797	A1
DE 10	2006 044 680	A1
DE 10	2007 027 719	A1
DE 10	2007 050 259	A1
DE 10	2008 007 766	A1

Beschreibung

[0001] Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine zum Zwecke der Wärmeabfuhr mit Kühlmittel aus einem mehrere Teilkreisläufe aufweisenden Kühlmittelkreislauf beaufschlagbar ist.

[0002] Derartige Kühlmittelkreisläufe werden im Kraftfahrzeugbau dazu verwendet, um die beim Betrieb der Brennkraftmaschine entstehende Abwärme an die Umgebungsluft mit Hilfe von Wärmetauschern abzuführen, beziehungsweise zur gezielten Erwärmung weiterer Komponenten des Kraftfahrzeugs zu nutzen.

[0003] Die DE 195 06 935 C1 beschreibt dazu einen Kühlmittelkreislauf für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs mit einem Motorkühlkreis und einem Heizkreis, in dem ein einer Heizungsanlage für einen Innenraum des Kraftfahrzeugs zugeordneter Heizkörper angeordnet ist. Dabei ist der Heizkreis als ein vom Motorkühlkreis unabhängiger Kreislauf ausgebildet und mit einer elektrischen Pumpeinrichtung versehen. Ein Zulauf und ein Rücklauf des Heizkreises sind in einem gemeinsamen, direkt an einem Motorblock des Verbrennungsmotors angeordneten, Anschlussstutzen integriert.

[0004] Als Nachteil ist zu nennen, dass die Ausbildung des Anschlussstutzen als integrierter Anschlussstutzen, mit Zulauf und Ablauf von der Bauweise ineinander geschachtelter Rohre, Schwierigkeiten in Bezug auf Herstellbarkeit und Dichtigkeit aufweist. Zudem kann der Heizkreislauf nur indirekt über den Verbrennungsmotor mit dem Motorkühlkreis kommunizieren, wodurch sich Nachteile in der Kühlmittelverteilung zwischen den Kreisläufen ergeben.

[0005] Die gattungsbildende DE 10 2007 027 719 A1 zeigt eine Brennkraftmaschine mit einem Heizkreislauf und einem Kühlkreislauf, wobei die Brennkraftmaschine mindestens einen Zylinder mit einem Kopfbereich und einen Fußbereich aufweist und der Kühlkreislauf einen Abschnitt besitzt, der vom Fußbereich zum Kopfbereich verläuft. Der Heizkreislauf besitzt einen Abschnitt, der von einer Stelle im Kopfbereich zu einer anderen, benachbarten Stelle im Kopfbereich verläuft, indem der Kopfbereich mindestens einen Heizmittelzuführanschluss als auch mindestens einen Heizmittelablaufanschluss aufweist. Im Kühlkreislauf wird das Kühlmittel durch eine Kühlmittelpumpe zirkuliert, während im Heizkreislauf das Kühlmittel durch eine Heizmittelpumpe zirkuliert wird. Zudem ist im Heizkreislauf der Wärmetauscherbereich eines Laders, insbesondere eines Abgasturboladers eingebunden.

[0006] Nachteilig ist hierbei, dass vier Anschlüsse für Verschlauchungen der Kühlmittelkreisläufe an der Brennkraftmaschine vorgesehen und abgedichtet werden müssen, was aufwändig und teuer ist. Weiterhin können der Heizkreislauf und der Kühlkreislauf nur indirekt über die Brennkraftmaschine Kühlmittel austauschen, wodurch keine Flexibilität in der Anwendung gegeben ist.

[0007] Die DE 100 47 810 A1 offenbart einen Heizungskreislauf mit einer Zusatz-Heizvorrichtung für Kraftfahrzeuge, die Bestandteil eines gesonderten Kurzschlusskreislaufs ist. Der Kurzschlusskreislauf ist mittels einer Umschaltvorrichtung in den Heizungskreislauf schaltbar. Als Zusatz-Heizvorrichtung ist eine Abgasanlage des Motors des Kraftfahrzeugs verwendet, von der die Abgaswärme in den Heizungskreislauf transferiert ist.

[0008] Die DE 10 2008 007 766 A1 zeigt eine Vorrichtung zum Kühlen einer Verbrennungskraftmaschine, die mit einem Kühlmittel-Teilkreislauf aufweisenden Kühlmittelkreislauf und mit einer elektromechanischen Baugruppe versehen ist und dazu dient, unterschiedliche Betriebszustände des Kühlmittelkreislaufs zu schalten.

[0009] Die DE 10 2006 044 680 A1 beschreibt eine Ausführungsform für die Einbindung von Abgasturboladern in die Kühlkreise von Brennkraftmaschinen. Dabei umfasst die Brennkraftmaschine mindestens eine Zylinderbank, sowie einen Kühler, die Bestandteil eines von der Pumpe angetriebenen Kühlkreislaufs sind. Eine an den Kühlkreislauf angeschlossene Zusatzpumpe dient dem gleichzeitigen Fördern einer Kühlflüssigkeit durch den Turbolader und die Zylinderbank.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher einen Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs bereitzustellen, bei dem ein Heizkreislauf und ein Hauptkreislauf kostengünstig bereitgestellt und bedarfsweise unabhängig voneinander betrieben werden können, wobei sich der Heizkreislauf und die Brennkraftmaschine nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine besonders rasch aufwärmen sollen.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0012] Kühlmittelkreislauf für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, aufweisend einen Hauptkreislauf mit einem Hauptwärmetauscher-Vorlauf stromauf und einem Hauptwärmetauscher-Rücklauf stromab eines Hauptwärmetauschers, einen Heizkreislauf mit einem Heizungswärmetauscher-Vorlauf stromauf und einem Heizungswärmetauscher-Rücklauf stromab eines Heizungswärmetauschers, sowie eine Brennkraftmaschine mit mindes-

tens einem Zylinderkopf, einem Zylinderkurbelgehäuse, und mindestens einem abgasführenden Bauteil, die mit Kühlmittel aus dem Kühlmittelkreislauf beaufschlagbar und zu diesem Zweck strömungstechnisch miteinander verbunden sind, wobei eine Hauptkühlmittelpumpe in dem Hauptkreislauf und eine Sekundärkühlmittelpumpe in dem Heizkreislauf angeordnet sind, wobei der Heizungswärmetauscher-Rücklauf an dem Zylinderkopf oder einem abgasführenden Bauteil, der Hauptwärmetauscher-Vorlauf an dem Zylinderkopf oder dem Zylinderkurbelgehäuse und der Hauptwärmetauscher-Rücklauf an dem Zylinderkurbelgehäuse angeschlossen ist und wobei der Hauptwärmetauscher-Vorlauf und der Heizungswärmetauscher-Vorlauf einen gemeinsamen Abschnitt aufweisen.

[0013] Indem der Hauptwärmetauscher-Vorlauf und der Heizungswärmetauscher-Vorlauf einen gemeinsamen Abschnitt aufweisen, in dem Kühlmittel aus der Brennkraftmaschine wahlweise zum Hauptwärmetauscher, zum Heizungswärmetauscher oder zu beiden gleichzeitig strömen kann, sind zusammen mit den Anschlüssen für den Heizungswärmetauscher-Rücklauf und den Hauptwärmetauscher-Rücklauf insgesamt nur drei Anschlüsse für die Verschlauchung an der Brennkraftmaschine vorzusehen. Dadurch lässt sich ein erfindungsgemäßer Kühlmittelkreislauf günstiger bereitstellen, als ein Kühlmittelkreislauf nach dem Stand der Technik. Ein weiterer Vorteil ist die flexible Nutzbarkeit des Kühlmittelkreislaufs. So kann der mit einer Sekundärkühlmittelpumpe versehene Heizkreislauf unabhängig vom Hauptkreislauf betrieben werden, wodurch auch kurz nach der Inbetriebnahme oder nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine von dieser erwärmtes Kühlmittel an dem Heizungswärmetauscher bereitstellbar ist. Dieser vom Hauptkreislauf unabhängige Heizungsbetrieb erhöht den Komfort für die Kraftfahrzeuginsassen, denen vom Heizungswärmetauscher erwärmte Frischluft früher und länger zugeführt werden kann. Die Einbindung von abgasführenden Bauteilen in den Heizungswärmetauscher-Rücklauf führt zu einer besonders schnellen Erwärmung des Kühlmittels im Heizkreislauf, ohne dass hierfür Kühlmittel aus dem Zylinderkurbelgehäuse verwendet werden muss. Das Kühlmittel im Zylinderkurbelgehäuse kann sich unabhängig vom Betrieb des Heizkreislaufs erwärmen und erreicht so schneller seine optimale Betriebstemperatur, wodurch sich die Reibleistung der im Zylinderkurbelgehäuse angeordneten Arbeitszylinder der Brennkraftmaschine reduziert. Natürlich beschränkt sich die Aufzählung der möglichen Teilkreisläufe des Kühlmittelkreislaufs nicht auf den Hauptkreislauf und den Heizkreislauf. So sind prinzipiell auch weitere Teilkreisläufe, beispielsweise für einen Ölkühler, einen Abgaskühler oder einen Frischgaskühler, in den gezeigten Kühlmittelkreislauf einbindbar. Auch die Brennkraftmaschine enthält mehr als die aufgezählten Bauteile und kann von verschie-

dener Art sein, so zum Beispiel in V-Anordnung mit zwei Zylinderköpfen oder in W-Anordnung mit drei Zylinderköpfen. Weiterhin können mehrere abgasführende Bauteile an ihr angeordnet und von Kühlmittel beaufschlagbar sein.

[0014] Die abgasführenden Bauteile sind als integrierter Abgaskrümmter und Abgasturbolader ausgebildet. Ein integrierter Abgaskrümmter ist an dem Zylinderkopf angeformt und besitzt in der Regel eine doppelte Außenwandung, wobei der dadurch gebildete Hohlraum mit Kühlmittel befüllbar ist. Der Abgasturbolader ist zumeist dem Abgaskrümmter nachgeschaltet und an diesen angeflanscht. Dieser kann ebenso zur Kühlung der Wellenlager mit Kühlmittel beaufschlagt werden, wobei vorzugsweise keine interne strömungstechnische Verbindung zum Austausch von Kühlmittel zwischen Abgaskrümmter und Abgasturbolader besteht. Der Heizungswärmetauscher-Rücklauf teilt sich an einer Verzweigungsstelle in einen ersten Teilrücklauf, in den der Abgaskrümmter und der Zylinderkopf eingebunden sind, und einen zweiten Teilrücklauf, in den der Abgasturbolader eingebunden ist, auf, wobei der zweite Teilrücklauf unter Umgehung der Brennkraftmaschine in den Hauptkreislauf mündet. Abgasturbolader und Abgaskrümmter werden über separate Zuleitungen mit Kühlmittel aus dem Heizungswärmetauscher-Rücklauf beaufschlagt. Hierzu teilt sich die Verschlauchung des Heizungswärmetauscher-Rücklaufs an einer Verzweigungsstelle auf, wobei ein erster Teilrücklauf direkt in den Abgaskrümmter mündet und ein zweiter Teilrücklauf den Abgasturbolader beinhaltet. Der zweite Teilrücklauf kann ebenso in die Brennkraftmaschine oder einer ihrer Teile münden, vorzugsweise umgeht der zweite Teilrücklauf die Brennkraftmaschine jedoch und mündet in den Hauptkreislauf, insbesondere den Hauptwärmetauscher-Vorlauf. Dadurch wird der Eintrag von Abwärme aus den abgasführenden Bauteilen in den Heizkreislauf maximiert, während die Brennkraftmaschine dabei nicht oder nur kaum mit Kühlmittel durchströmt werden muss.

[0015] In einer bevorzugten Ausführung ist der Hauptwärmetauscher-Vorlauf an dem Zylinderkurbelgehäuse angeschlossen. Der Anschluss der Hauptwärmetauscher-Vorlaufs am Zylinderkurbelgehäuse liegt vorzugsweise in einem geodätisch oberen Bereich nahe dem darüberliegenden Zylinderkopf.

[0016] In einer bevorzugten Ausführung ist die Hauptkühlmittelpumpe im Hauptwärmetauscher-Rücklauf angeordnet, wobei der Hauptwärmetauscher-Rücklauf durch ein erstes Stellelement absperrbar ist. Durch das erste Stellelement lässt sich der Hauptwärmetauscher-Rücklauf in das Zylinderkurbelgehäuse wahlweise schließen oder öffnen. Ein geschlossener Hauptwärmetauscher-Rücklauf wirkt sich positiv auf eine besonders schnelle Erwär-

mung des Kühlmittels in der Brennkraftmaschine, insbesondere im Zylinderkurbelgehäuse, aus. Durch die gemeinsame Anordnung von erstem Stellelement und Hauptkühlmittelpumpe im Hauptwärmetauscher-Rücklauf, lässt sich auch die Fördermenge der Hauptkühlmittelpumpe indirekt regulieren.

[0017] In einer bevorzugten Ausführung ist die Sekundärkühlmittelpumpe im Heizungswärmetauscher-Vorlauf angeordnet, wobei der Heizkreislauf von einem Sperrventil absperrenbar ist. Das Sperrventil kann den Heizkreislauf in Abhängigkeit vom momentanen Heizbedarf öffnen oder schließen. So ist es bei ausgeschalteter Fahrgastraumheizung beispielsweise nicht nötig das Kühlmittel durch den Heizungswärmetauscher zu zirkulieren. Die fehlende Kühlmittelzirkulation im Heizkreislauf fördert indes eine schnellere Erwärmung des Kühlmittels in der Brennkraftmaschine. Die Sekundärkühlmittelpumpe ist zu diesem Zweck vorzugsweise als elektrisch antreibbare Sekundärkühlmittelpumpe auszuführen, die bei bedarfsweise an- oder ausgeschaltet werden kann.

[0018] In einer bevorzugten Ausführung ist der Hauptwärmetauscher-Vorlauf so am Zylinderkurbelgehäuse angeschlossen, dass das im Zylinderkurbelgehäuse befindliche Kühlmittel bei geschlossenem Hauptwärmetauscher-Rücklauf und geöffnetem Heizkreislauf möglichst wenig durchmischt wird. Der Hauptwärmetauscher-Vorlauf wird dazu so am Zylinderkurbelgehäuse angeschlossen, dass eine Überströmung des Zylinderkopfes mit Kühlmittel aus dem Heizungswärmetauscher-Rücklauf möglich ist, bei der keine oder nur eine geringe Durchmischung des Kühlmittels im Zylinderkopf mit dem im Zylinderkurbelgehäuse erfolgt. Bei geschlossenem Hauptwärmetauscher-Rücklauf kann somit eine Kühlmittelzirkulation im Heizkreislauf vorgenommen werden und gleichzeitig das Kühlmittel im Zylinderkurbelgehäuse für eine schnellere Erwärmung „stehen bleiben“.

[0019] In einer bevorzugten Ausführung ist im ersten Teilrücklauf ein Rückschlagventil angeordnet. Das im ersten Teilrücklauf des Heizungswärmetauscher-Rücklaufs stromauf des Abgaskrümmers angeordnete Rückschlagventil unterbindet eine unerwünschte Rückströmung von Kühlmittel aus dem Zylinderkopf bzw. dem Abgaskrümmers zum Heizungswärmetauscher.

[0020] In einer bevorzugten Ausführung sind das erste Stellelement und ein zweites Stellelement in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet und bilden zusammen einen Drehschieber, wobei das erste und das zweite Stellelement hohl sind und jeweils mehrere radiale Öffnungen aufweisen, die bei einer Drehung des ersten und/oder des zweiten Stellelements mit entsprechend korrespondierenden Öffnungen im Gehäuse zur Bildung eines Strömungsweges für das Kühlmittel überschnitten werden können, wo-

bei die als Kreiselpumpe ausgebildete Hauptkühlmittelpumpe das Kühlmittel axial aus dem zweiten Stellelement ansaugt und radial zu dem ersten Stellelement fördert. Das erste und das zweite Stellelement sind dazu vorzugsweise als Rohrabschnitte ausgebildet, die um eine Drehachse drehbar sind und Öffnungen in ihrer Mantelfläche aufweisen. Das Gehäuse weist korrespondierende Öffnungen auf, denen jeweils die Anschlüsse der Kühlkreislaufverschlauchung zugeordnet sind. Die Stellelemente sind in Abhängigkeit voneinander verdrehbar, so dass durch eine variable Überschneidung der Öffnungen im Stellelement mit den zugehörigen Öffnungen im Gehäuse ein definierter Strömungsweg durch den Drehschieber eingestellt werden kann. Die Hauptkühlmittelpumpe ist dazu vorzugsweise als Kreiselpumpe ausgebildet und mit ihrer Saugseite axial fluchtend zum zweiten Stellelement angeordnet, während das erste Stellelement an der radialen Druckseite angeordnet ist, so dass die Hauptkühlmittelpumpe Kühlmittel aus dem zweiten Stellelement ansaugt und zu dem ersten Stellelement fördert.

[0021] In einer bevorzugten Ausführung weist der Hauptwärmetauscher-Vorlauf einen Abzweig auf, der in das zweite Stellelement mündet, wobei der Abzweig und der Hauptwärmetauscher-Rücklauf durch das zweite Stellelement strömungstechnisch verbindbar sind, und wobei der zweite Teilrücklauf des Heizungswärmetauscher-Rücklaufs saugseitig an die Hauptkühlmittelpumpe mündet. Der auf diese Art und Weise aus dem ersten und dem zweiten Stellelement gebildete Drehschieber wird bevorzugt so geschaltet, dass nach der Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine unterhalb einer vorbestimmten Grenztemperatur des Kühlmittels oder nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine mit bereits erwärmtem Kühlmittel, zunächst das erste Stellelement den Hauptwärmetauscher-Rücklauf absperren. Das zweite Stellelement wird so verdreht, dass Kühlmittel aus dem zweiten Teilrücklauf des Heizungswärmetauscher-Rücklaufs über den, vom gemeinsamen Abschnitt abgehenden, Abzweig in den gemeinsamen Abschnitt gelangen kann, jedoch kein über den Hauptwärmetauscher-Rücklauf vom Hauptwärmetauscher kommendes Kühlmittel in das zweite Stellelement eindringen kann. Wird während dieser Phase erwärmtes Kühlmittel am Heizungswärmetauscher benötigt, so öffnet das Sperrventil den Heizungswärmetauscher-Vorlauf, wodurch die Sekundärkühlmittelpumpe das Kühlmittel durch den Heizkreislauf zirkulieren kann. In diesem Fall wird das Kühlmittel durch den sich schnell erwärmenden Abgasturbolader und den Abgaskrümmers gefördert, so dass der Heizungswärmetauscher vergleichsweise rasch mit ausreichend warmem Kühlmittel versorgt werden kann, während das Kühlmittel im Zylinderkurbelgehäuse möglichst wenig durchmischt wird und sich somit zur Erreichung des Reibleistungsoptimums der im Zylinderkurbelgehäuse befindlichen Zylinder seinerseits schnell er-

wärmen kann. Dadurch, dass in den Heizkreislauf bevorzugt diejenigen Bauteile der Brennkraftmaschine eingebunden sind, die sich besonders schnell erwärmen und viel Wärme abzugeben haben, kann die Nicht-Durchströmung des Zylinderkurbelgehäuses deutlich länger aufrecht erhalten werden. Bei steigender Kühlmitteltemperatur im Zylinderkurbelgehäuse ist es zur Erreichung einer gleichmäßigen Erwärmung des darin enthaltenen Kühlmittels vorteilhaft, eine schwache Kühlmittelströmung im Zylinderkurbelgehäuse zu erzeugen. Um dennoch weiterhin eine rasche Erwärmung des Kühlmittels im Zylinderkurbelgehäuse beizubehalten, öffnet das erste Stellelement (intervallartig), während das zweite Stellelement einen Strömungspfad für das Kühlmittel vom Abzweig aus dem gemeinsamen Abschnitt zur Hauptkühlmittelpumpe herstellt, wodurch die Hauptkühlmittelpumpe das Kühlmittel aus dem Zylinderkurbelgehäuse durch das zweite Stellelement und das erste Stellelement hindurch wieder in das Zylinderkurbelgehäuse rezirkulieren kann. Dadurch, dass das zweite Stellelement weiterhin ein mögliches Eindringen von Kühlmittel aus dem Hauptwärmetauscher in die Hauptkühlmittelpumpe unterbindet, wird der Hauptwärmetauscher nicht durchströmt, was die Aufwärmphase der Brennkraftmaschine positiv beeinflusst. Wird in einer anschließenden Betriebsphase nach Erreichen der gewünschten Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine bzw. des Kühlmittels eine Kühlung desselben benötigt, so öffnet das erste Stellelement den Hauptwärmetauscher-Rücklauf, während das zweite Stellelement den Abzweig abkoppelt und den Hauptwärmetauscher-Rücklauf vom Hauptwärmetauscher bis zum Zylinderkurbelgehäuse durchgängig öffnet, so dass die Hauptkühlmittelpumpe eine Kühlmittelzirkulation zwischen Brennkraftmaschine und Hauptwärmetauscher erzeugen kann. In dieser Phase kann die Sekundärkühlmittelpumpe bei geringem Kühlmittelbedarf am Heizungswärmetauscher abgeschaltet werden, da die Hauptkühlmittelpumpe allein eine ausreichend Zirkulation im Hauptkreislauf und Heizkreislauf darstellen kann.

[0022] In einer bevorzugten Ausführung können das zweite Stellelement und die Hauptkühlmittelpumpe einen Teil des Heizungswärmetauscher-Vorlaufs bilden. In dieser alternativen Ausführung können Teile des zweiten Stellelements und die Hauptkühlmittelpumpe neben dem Hauptwärmetauscher-Rücklauf gleichzeitig auch zu dem Heizungswärmetauscher-Vorlauf gehören. Hierbei zweigt der zum Heizungswärmetauscher führende Leitungsstrang zwischen Kühlmittelpumpe und erstem Stellelement ab.

[0023] Der Drehschieber kann ferner zur Einstellung unterschiedlicher Kühlmitteltemperaturen in Zylinderkopf und Zylinderkurbelgehäuse verwendet werden, indem die Kühlmittelströmungen durch gezieltes Schalten der jeweiligen Wärmetauscher-Vor- und -Rückläufe beeinflusst werden. An Stelle eines Dreh-

schiebers können analog auch andere Stellelemente verwendet werden, so ist es beispielsweise denkbar das erste Stellelement durch eine schaltbare Hauptkühlmittelpumpe zu ersetzen. Die Verwendung geeigneter Stellelemente und angepasster Verschlauchungen liegt dabei im Ermessen des Fachmanns.

[0024] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

[0025] Darin zeigen:

[0026] **Fig. 1** in schematischer Ansicht ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kühlmittelkreislaufs;

[0027] **Fig. 2** in schematischer Ansicht ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kühlmittelkreislaufs.

[0028] Gemäß **Fig. 1** hat ein Kühlmittelkreislauf **1** für eine Brennkraftmaschine **2** eines Kraftfahrzeugs mehrere Teilkreisläufe, wobei vorliegend nur ein Hauptkreislauf **3** und ein Heizkreislauf **4** dargestellt sind. Die Brennkraftmaschine **2** besteht im Wesentlichen aus einem Zylinderkurbelgehäuse **12**, welches die Hubräume der Arbeitszylinder beinhaltet, einem Zylinderkopf **11**, welcher unter anderem die zur Gemischzufuhr und -abfuhr für die Hubräume benötigten Vorrichtungen beinhaltet, einen in den Zylinderkopf **11** integrierten Abgaskrümmter **13**, durch den die heißen Verbrennungsabgase entweichen können, sowie einen dem Abgaskrümmter **13** nachgelagerten Abgasturbolader **14**, der die verbliebene Abgasenergie zur Verdichtung von Frischgas nutzt. Der Zylinderkopf **11**, der Abgaskrümmter **13**, der Abgasturbolader **14** und das Zylinderkurbelgehäuse **12** sind jeweils mit Kühlmittel beaufschlagbar, wobei für den Zylinderkopf **11**, den Abgaskrümmter **13** und das Zylinderkurbelgehäuse **12** durch interne strömungstechnische Verbindungen untereinander ein Kühlmittelaustausch möglich ist. Der Hauptkreislauf **3** enthält einen Hauptwärmetauscher **5**, der über einen Hauptwärmetauscher-Vorlauf **6** und über einen Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** an das Zylinderkurbelgehäuse **12** angeschlossen ist. In dem Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** ist zudem eine Hauptkühlmittelpumpe **15** angeordnet, die vorzugsweise als von der Brennkraftmaschine **2** angetriebene Kreiselpumpe mit axialer Saugseite und radialer Druckseite ausgebildet ist. Der Heizkreislauf **4** weist einen Heizungswärmetauscher **8** auf, der von Luft für den Fahrgastraum des Kraftfahrzeugs durchströmbar ist, so dass ein Wärmeaustausch zwischen Kühlmittel und dieser Luft statt findet. Der Heizungswärmetauscher **8** ist über einen Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** an das Zylinderkurbelgehäuse **12** angeschlossen. In dem Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** befindet sich ferner

eine Sekundärkühlmittelpumpe **16**, die vorzugsweise elektrisch betrieben ist und eine Kühlmittelzirkulation im Heizkreislauf **4** erzeugen kann. Der Heizkreislauf **4** kann wahlweise durch eine Sperrventil **20** im Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** stromauf der Sekundärkühlmittelpumpe **16** unterbrochen werden. Der Heizungswärmetauscher-Rücklauf **10** teilt sich indes an einer Verzweigungsstelle **22** auf einen ersten Teilrücklauf **10a** und einen zweiten Teilrücklauf **10b** auf. Der erste Teilrücklauf **10a** mündet in den Abgaskrümmen **13** und weist ein Rückschlagventil **21** auf, das eine Rückströmung vom Abgaskrümmen **13** zum Heizungswärmetauscher **8** unterbindet. Der Abgasturbolader **14** ist in den zweiten Teilrücklauf **10b** eingebunden. Der Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** und der Hauptwärmetauscher-Vorlauf **6** besitzen ausgehend von einem gemeinsamen Anschluss am Zylinderkurbelgehäuse **12** einen gemeinsamen Abschnitt **17**. Der Anschluss für den gemeinsamen Abschnitt **17** am Zylinderkurbelgehäuse **12** ist dabei so angeordnet, dass Kühlmittel aus dem Heizungswärmetauscher-Rücklauf **10** den Zylinderkopf **11** durchströmen und in den gemeinsamen Abschnitt **17** einströmen kann, ohne sich mit dem Kühlmittel im Zylinderkurbelgehäuse **12** merklich zu vermischen. Dies wird vorzugsweise erreicht, indem der Anschluss des Hauptwärmetauscher-Vorlaufs **6** nahe des Zylinderkopfes **11** angeordnet ist. Zur Steuerung und Regelung des Kühlmittelkreislaufs **1** sind ein erstes Stellelement **18** und ein zweites Stellelement **19** vorgesehen, die zusammen einen Drehschieber bilden. Die beiden Stellelemente **18** und **19** sind dazu in einem nicht dargestellten Gehäuse gelagert und in Abhängigkeit voneinander drehbar, wobei die Stellelemente **18** und **19** jeweils als Hohlkörper ausgebildet sind und Öffnungen haben, durch die Kühlmittel in das jeweilige Stellelement **18** und/oder **19** ein- und ausströmen kann. Durch Drehung des entsprechenden Stellelements **18** und/oder **19** können deren Öffnungen mit korrespondierenden Anschlussöffnungen im Gehäuse des Drehschiebers, an denen die Verschlauchungen des Kühlmittelkreislaufs **1** angeschlossen sind, in variable Überschneidung gebracht werden und so definierte Strömungswege durch den Drehschieber bilden. Dazu sind die Stellelemente **18** und **19** röhrenförmig mit Öffnungen in der Mantelfläche ausgebildet. Das Stellelement **19** ist saugseitig axial fluchtend zu der Hauptkühlmittelpumpe **15** angeordnet, während das erste Stellelement **18** druckseitig radial an der Hauptkühlmittelpumpe **15** angeordnet ist. Das erste Stellelement **18** dient der Sperrung des Hauptwärmetauscher-Rücklaufs **7** im Bedarfsfall. Das zweite Stellelement **19** ist ebenfalls in den Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** eingebunden und wird zudem von einem Abzweig **6a** des Hauptwärmetauscher-Vorlaufs **6** kontaktiert. In den Bereich zwischen Hauptkühlmittelpumpe **15** und zweitem Stellelement **19** mündet der zweite Teilrücklauf **10b** des Heizungswärmetauscher-Rücklaufs **10**. Der Kühlmittelkreislauf **1** kann durch bekannte und vorliegend nicht dargestellte Mit-

tel zum Entlüften, vorzugsweise in einen Ausgleichsbehälter, entlüftet werden.

[0029] Der aus dem ersten **18** und dem zweiten Stellelement **19** gebildete Drehschieber wird bevorzugt so geschaltet, dass nach der Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine **2** unterhalb einer vorbestimmten Grenztemperatur des Kühlmittels oder nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine **2** mit bereits erwärmten Kühlmittel, zunächst das erste Stellelement **18** den Hauptwärmetauscher-Rücklauf absperrt. Das zweite Stellelement **19** wird so geschaltet, dass Kühlmittel aus dem zweiten Teilrücklauf **10b** über den Abzweig **6a** in den gemeinsamen Abschnitt **17** gelangen kann, aber kein über den Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** vom Hauptwärmetauscher **5** kommendes Kühlmittel in das zweite Stellelement **19** eindringen kann. Wird während dieser Phase erwärmtes Kühlmittel am Heizungswärmetauscher **8** benötigt, so öffnet das Sperrventil **20** den Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** und die Sekundärkühlmittelpumpe **16** zirkuliert das Kühlmittel durch den Heizkreislauf **4**. In diesem Fall wird das Kühlmittel durch den sich schnell erwärmenden Abgasturbolader **14** und Abgaskrümmen **13** gefördert, so dass der Heizungswärmetauscher **8** vergleichsweise rasch mit ausreichend warmen Kühlmittel versorgt werden kann, während das Kühlmittel im Zylinderkurbelgehäuse **12** möglichst wenig durchmischt wird und sich somit zur Erreichung des Reibleistungsoptimums der Zylinder seinerseits schnell erwärmen kann.

[0030] Bei steigender Kühlmitteltemperatur im Zylinderkurbelgehäuse **12** ist es zur Erreichung einer gleichmäßigen Erwärmung des darin enthaltenen Kühlmittels vorteilhaft, eine schwache Kühlmittelströmung im Zylinderkurbelgehäuse **12** zu erzeugen. Um dennoch weiterhin eine rasche Erwärmung des Kühlmittels im Zylinderkurbelgehäuse **12** beizubehalten, öffnet das erste Stellelement **18**, während das zweite Stellelement **19** einen Strömungspfad vom Abzweig **6a** zur Hauptkühlmittelpumpe **15** herstellt und die Hauptkühlmittelpumpe **15** das Kühlmittel aus dem Zylinderkurbelgehäuse **12** durch das zweite Stellelement **19** und das erste Stellelement **18** hindurch wieder in das Zylinderkurbelgehäuse **12** zirkuliert. Der Hauptwärmetauscher **5** wird somit nicht durchströmt.

[0031] Wird in einer Betriebsphase nach Erreichen der gewünschten Betriebstemperatur des Kühlmittels eine Kühlung desselben benötigt, so öffnet das erste Stellelement **18** den Hauptwärmetauscher-Rücklauf, während das zweite Stellelement **19** den Abzweig **6a** abkoppelt und den Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** vom Hauptwärmetauscher **5** bis zum Zylinderkurbelgehäuse **12** durchgängig öffnet, so dass die Hauptkühlmittelpumpe **15** eine Kühlmittelzirkulation zwischen Brennkraftmaschine **2** und Hauptwärmetauscher **5** erzeugen kann. In dieser Phase kann die Sekundärkühlmittelpumpe **16** bei geringem Kühlmittel-

telbedarf am Heizungswärmetauscher **8** abgeschaltet werden, da die Hauptkühlmittelpumpe **15** allein eine ausreichend Zirkulation im Hauptkreislauf **3** und Heizkreislauf **4** darstellen kann.

[0032] Die beiden Stellelemente **18** und **19** können darüber hinaus zur Einstellung unterschiedlicher Kühlmitteltemperaturen in Zylinderkopf **11** und Zylinderkurbelgehäuse **12** verwendet werden, indem die Kühlmittelströmungen innerhalb der Brennkraftmaschine **2** durch gezieltes Schalten der Vor- und Rückläufe **6**, **7** und/oder **10** beeinflusst werden.

[0033] Gemäß [Fig. 2](#) hat ein Kühlmittelkreislauf **1** für eine Brennkraftmaschine **2** eines Kraftfahrzeugs mehrere Teilkreisläufe, wobei vorliegend nur ein Hauptkreislauf **3** und ein Heizkreislauf **4** dargestellt sind. Die Brennkraftmaschine **2** besteht im Wesentlichen aus einem Zylinderkurbelgehäuse **12**, welches die Hubräume der Arbeitszylinder beinhaltet, einem Zylinderkopf **11**, welcher unter anderem die zur Gemischzufuhr und -abfuhr für die Hubräume benötigten Vorrichtungen beinhaltet, einen in den Zylinderkopf **11** integrierten Abgaskrümmner **13**, durch den die heißen Verbrennungsabgase entweichen können, sowie einen dem Abgaskrümmner **13** nachgelagerten Abgasturbolader **14**, der die verbliebene Abgasenergie zur Verdichtung von Frischgas nutzt. Der Zylinderkopf **11**, der Abgaskrümmner **13**, der Abgasturbolader **14** und das Zylinderkurbelgehäuse **12** sind jeweils mit Kühlmittel beauschlagbar, wobei für den Zylinderkopf **11**, den Abgaskrümmner **13** und das Zylinderkurbelgehäuse **12** durch interne strömungstechnische Verbindungen untereinander ein Kühlmittelaustausch möglich ist. Der Hauptkreislauf **3** enthält einen Hauptwärmetauscher **5**, der über einen Hauptwärmetauscher-Vorlauf **6** und über einen Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** an das Zylinderkurbelgehäuse **12** angeschlossen ist. In dem Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** ist zudem eine Hauptkühlmittelpumpe **15** angeordnet, die vorzugsweise als von der Brennkraftmaschine **2** angetriebene Kreiselpumpe mit axialer Saugseite und radialer Druckseite ausgebildet ist. Der Heizkreislauf **4** weist einen Heizungswärmetauscher **8** auf, der von Luft für den Fahrgastraum des Kraftfahrzeugs durchströmbar ist, so dass ein Wärmeaustausch zwischen Kühlmittel und dieser Luft statt findet. Der Heizungswärmetauscher **8** ist über einen Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** an das Zylinderkurbelgehäuse **12** angeschlossen. In dem Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** befindet sich ferner eine Sekundärkühlmittelpumpe **16**, die vorzugsweise elektrisch betrieben ist und eine Kühlmittelzirkulation im Heizkreislauf **4** erzeugen kann. Der Heizkreislauf **4** kann wahlweise durch eine Sperrventil **20** im Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** stromauf der Sekundärkühlmittelpumpe **16** unterbrochen werden. Der Heizungswärmetauscher-Rücklauf **10** teilt sich indes an einer Verzweigungsstelle **22** auf einen ersten Teilrücklauf **10a** und einen zweiten Teilrücklauf

10b auf. Der erste Teilrücklauf **10a** mündet in den Abgaskrümmner **13** und weist ein Rückschlagventil **21** auf, das eine Rückströmung vom Abgaskrümmner **13** zum Heizungswärmetauscher **8** unterbindet. Der Abgasturbolader **14** ist in den zweiten Teilrücklauf **10b** eingebunden. Der Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** und der Hauptwärmetauscher-Vorlauf **6** besitzen ausgehend von einem gemeinsamen Anschluss am Zylinderkurbelgehäuse **12** einen gemeinsamen Abschnitt **17**. Der Anschluss für den gemeinsamen Abschnitt **17** am Zylinderkurbelgehäuse **12** ist dabei so angeordnet, dass Kühlmittel aus dem Heizungswärmetauscher-Rücklauf **10** den Zylinderkopf **11** durchströmen und in den gemeinsamen Abschnitt **17** einströmen kann, ohne sich mit dem Kühlmittel im Zylinderkurbelgehäuse **12** merklich zu vermischen. Dies wird vorzugsweise erreicht, indem der Anschluss des Hauptwärmetauscher-Vorlaufs **6** nahe des Zylinderkopfes **11** angeordnet ist. Zur Steuerung und Regelung des Kühlmittelkreislaufs **1** sind ein erstes Stellelement **18** und ein zweites Stellelement **19** vorgesehen, die zusammen einen Drehschieber bilden. Die beiden Stellelemente **18** und **19** sind dazu in einem nicht dargestellten Gehäuse gelagert und in Abhängigkeit voneinander drehbar, wobei die Stellelemente **18** und **19** jeweils als Hohlkörper ausgebildet sind und Öffnungen haben, durch die Kühlmittel in das jeweilige Stellelement **18** und/oder **19** ein- und ausströmen kann. Durch Drehung des entsprechenden Stellelements **18** und/oder **19** können deren Öffnungen mit korrespondierenden Anschlussöffnungen im Gehäuse des Drehschiebers, an denen die Verschlauchungen des Kühlmittelkreislaufs **1** angeschlossen sind, in variable Überschneidung gebracht werden und so definierte Strömungswege durch den Drehschieber bilden. Dazu sind die Stellelemente **18** und **19** röhrenförmig mit Öffnungen in der Mantelfläche ausgebildet. Das Stellelement **19** ist saugseitig axial fluchtend zu der Hauptkühlmittelpumpe **15** angeordnet, während das erste Stellelement **18** druckseitig radial an der Hauptkühlmittelpumpe **15** angeordnet ist. Das erste Stellelement **18** dient der Sperrung des Hauptwärmetauscher-Rücklaufs **7** im Bedarfsfall. Das zweite Stellelement **19** ist sowohl in den Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7**, als auch den Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** eingebunden und wird zudem von einem Abzweig **6a** des Hauptwärmetauscher-Vorlaufs **6** kontaktiert. In den Bereich zwischen Hauptkühlmittelpumpe **15** und zweitem Stellelement **19** mündet der zweite Teilrücklauf **10b** des Heizungswärmetauscher-Rücklaufs **10**. Zwischen Hauptkühlmittelpumpe **15** und erstem Stellelement **18** trennen sich der über das zweite Stellelement **19** und die Hauptkühlmittelpumpe **15** gemeinsam verlaufende Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** und der Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** auf, indem der Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** aus dem Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** abzweigt. Der Kühlmittelkreislauf **1** kann durch bekannte und vorliegend nicht dargestellte Mit-

tel zum Entlüften, vorzugsweise in einen Ausgleichsbehälter, entlüftet werden.

[0034] Der aus dem ersten **18** und dem zweiten Stellelement **19** gebildete Drehschieber wird bevorzugt so geschaltet, dass nach der Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine **2** unterhalb einer vorbestimmten Grenztemperatur des Kühlmittels oder nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine **2** mit bereits erwärmten Kühlmittel, zunächst das erste Stellelement **18** den Hauptwärmetauscher-Rücklauf اسپerrt. Das zweite Stellelement **19** wird so geschaltet, dass Kühlmittel aus dem zweiten Teilrücklauf **10b** zur Hauptkühlmittelpumpe **15** und von dort in den Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** gelangen kann, aber kein über den Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** vom Hauptwärmetauscher **5** kommendes Kühlmittel und über den Abzweig **6a** von dem gemeinsamen Abschnitt **17** kommendes Kühlmittels in das zweite Stellelement **19** eindringen kann. Wird während dieser Phase erwärmtes Kühlmittel am Heizungswärmetauscher **8** benötigt, so öffnet das Sperrventil **20** den Heizungswärmetauscher-Vorlauf **9** und die Sekundärkühlmittelpumpe **16** zirkuliert das Kühlmittel durch den Heizkreislauf **4**. In diesem Fall wird das Kühlmittel durch den sich schnell erwärmenden Abgasturbolader **14** und Abgaskrümmen **13** gefördert, so dass der Heizungswärmetauscher **8** vergleichsweise rasch mit ausreichend warmen Kühlmittel versorgt werden kann, während das Kühlmittel im Zylinderkurbelgehäuse **12** möglichst wenig durchmischt wird und sich somit zur Erreichung des Reibleistungsoptimums der Zylinder seinerseits schnell erwärmen kann.

[0035] Bei steigender Kühlmitteltemperatur im Zylinderkurbelgehäuse **12** ist es zur Erreichung einer gleichmäßigen Erwärmung des darin enthaltenen Kühlmittels vorteilhaft, eine schwache Kühlmittelströmung im Zylinderkurbelgehäuse **12** zu erzeugen. Um dennoch weiterhin eine rasche Erwärmung des Kühlmittels im Zylinderkurbelgehäuse **12** beizubehalten, öffnet das erste Stellelement **18**, während das zweite Stellelement **19** einen Strömungspfad vom Abzweig **6a** zur Hauptkühlmittelpumpe **15** herstellt und die Hauptkühlmittelpumpe **15** das Kühlmittel aus dem Zylinderkurbelgehäuse **12** durch das zweite Stellelement **19** und das erste Stellelement **18** hindurch wieder in das Zylinderkurbelgehäuse **12** zirkuliert. Der Hauptwärmetauscher **5** wird somit nicht durchströmt.

[0036] Wird in einer Betriebsphase nach Erreichen der gewünschten Betriebstemperatur des Kühlmittels eine Kühlung desselben benötigt, so öffnet das erste Stellelement **18** den Hauptwärmetauscher-Rücklauf, während das zweite Stellelement **19** den Abzweig **6a** abkoppelt und den Hauptwärmetauscher-Rücklauf **7** vom Hauptwärmetauscher **5** bis zum Zylinderkurbelgehäuse **12** durchgängig öffnet, so dass die Hauptkühlmittelpumpe **15** eine Kühlmittelzirkulation

zwischen Brennkraftmaschine **2** und Hauptwärmetauscher **5** erzeugen kann. In dieser Phase kann die Sekundärkühlmittelpumpe **16** bei geringem Kühlmittelbedarf am Heizungswärmetauscher **8** abgeschaltet werden, da die Hauptkühlmittelpumpe **15** allein eine ausreichend Zirkulation im Hauptkreislauf **3** und Heizkreislauf **4** darstellen kann.

[0037] Die beiden Stellelemente **18** und **19** können darüber hinaus zur Einstellung unterschiedlicher Kühlmitteltemperaturen in Zylinderkopf **11** und Zylinderkurbelgehäuse **12** verwendet werden, indem die Kühlmittelströmungen innerhalb der Brennkraftmaschine **2** durch gezieltes Schalten der Vor- und Rückläufe **6**, **7** und/oder **10** beeinflusst werden.

Bezugszeichenliste

1	Kühlmittelkreislauf
2	Brennkraftmaschine
3	Hauptkreislauf
4	Heizkreislauf
5	Hauptwärmetauscher
6	Hauptwärmetauscher-Vorlauf
6a	Abzweig
7	Hauptwärmetauscher-Rücklauf
8	Heizungswärmetauscher
9	Heizungswärmetauscher-Vorlauf
10	Heizungswärmetauscher-Rücklauf
10a	erster Teilrücklauf
10b	zweiter Teilrücklauf
11	Zylinderkopf
12	Zylinderkurbelgehäuse
13	Abgaskrümmen
14	Abgasturbolader
15	Hauptkühlmittelpumpe
16	Sekundärkühlmittelpumpe
17	gemeinsamer Abschnitt
18	erstes Stellelement
19	zweites Stellelement
20	Sperrventil
21	Rückschlagventil
22	Verzweigungsstelle

Patentansprüche

1. Kühlmittelkreislauf (**1**) für eine Brennkraftmaschine (**2**) eines Kraftfahrzeugs, aufweisend einen Hauptkreislauf (**3**) mit einem Hauptwärmetauscher-Vorlauf (**6**) stromauf und einem Hauptwärmetauscher-Rücklauf (**7**) stromab eines Hauptwärmetauschers (**5**), einen Heizkreislauf (**4**) mit einem Heizungswärmetauscher-Vorlauf (**9**) stromauf und einem Heizungswärmetauscher-Rücklauf (**10**) stromab eines Heizungswärmetauschers (**8**), sowie eine Brennkraftmaschine (**2**) mit mindestens einem Zylinderkopf (**11**), einem Zylinderkurbelgehäuse (**12**), und mindestens einem abgasführenden Bauteil (**13**, **14**), die mit Kühlmittel aus dem Kühlmittelkreislauf (**1**) beauschlagbar und zu diesem Zweck strömungs-

technisch miteinander verbunden sind, wobei eine Hauptkühlmittelpumpe (15) in dem Hauptkreislauf (3) und eine Sekundärkühlmittelpumpe (16) in dem Heizkreislauf (4) angeordnet sind, wobei der Heizungswärmetauscher-Rücklauf (10) an dem Zylinderkopf (11) oder einem abgasführenden Bauteil (13, 14), der Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) an dem Zylinderkopf (11) oder dem Zylinderkurbelgehäuse (12) und der Hauptwärmetauscher-Rücklauf (7) an dem Zylinderkurbelgehäuse (12) angeschlossen ist, wobei der Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) und der Heizungswärmetauscher-Vorlauf (9) einen gemeinsamen Abschnitt (17) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die abgasführenden Bauteile (13, 14) einen integrierten Abgaskrümmter (13) und einen Abgasturbolader (14) umfassen und sich der Heizungswärmetauscher-Rücklauf (10) an einer Verzweigungsstelle (22) in einen ersten Teilrücklauf (10a), in den der integrierte Abgaskrümmter (13) und der Zylinderkopf (11) eingebunden sind, und einen zweiten Teilrücklauf (10b), in den der Abgasturbolader (14) eingebunden ist, aufteilt, wobei der zweite Teilrücklauf (10b) unter Umgehung der Brennkraftmaschine (2) in den Hauptkreislauf (3) mündet.

2. Kühlmittelkreislauf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) an dem Zylinderkurbelgehäuse (12) angeschlossen ist.

3. Kühlmittelkreislauf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptkühlmittelpumpe (15) im Hauptwärmetauscher-Rücklauf (7) angeordnet ist, wobei der Hauptwärmetauscher-Rücklauf (7) durch ein erstes Stellelement (18) absperrbar ist.

4. Kühlmittelkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärkühlmittelpumpe (16) im Heizungswärmetauscher-Vorlauf (9) angeordnet ist, wobei der Heizkreislauf (4) von einem Sperrventil (20) absperrbar ist.

5. Kühlmittelkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) so am Zylinderkurbelgehäuse (12) angeschlossen ist, dass das im Zylinderkurbelgehäuse (12) befindliche Kühlmittel bei geschlossenem Hauptwärmetauscher-Rücklauf (7) und geöffnetem Heizkreislauf (4) möglichst wenig durchmischt wird.

6. Kühlmittelkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Teilrücklauf (10a) ein Rückschlagventil (21) angeordnet ist.

7. Kühlmittelkreislauf nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Stellelement (18) und ein zweites Stellelement (19) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind und

zusammen einen Drehschieber bilden, wobei das erste (18) und das zweite Stellelement (19) hohl sind und jeweils mehrere radiale Öffnungen aufweisen, die bei einer Drehung des ersten (18) und/oder des zweiten Stellelements (19) mit entsprechend korrespondierenden Öffnungen im Gehäuse zur Bildung eines Strömungsweges für das Kühlmittel überschritten werden können, wobei die als Kreiselpumpe ausgebildete Hauptkühlmittelpumpe (15) das Kühlmittel axial aus dem zweiten Stellelement (19) ansaugt und radial zu dem ersten Stellelement (18) fördert.

8. Kühlmittelkreislauf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptwärmetauscher-Vorlauf (6) einen Abzweig (6a) aufweist, der in das zweite Stellelement (19) mündet, wobei der Hauptwärmetauscher-Rücklauf (7) und der Abzweig (6a) durch das zweite Stellelement (19) strömungstechnisch verbindbar sind, und dass der zweite Teilrücklauf (10b) des Heizungswärmetauscher-Rücklaufs (10) saugseitig an die Hauptkühlmittelpumpe (15) mündet.

9. Kühlmittelkreislauf nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Stellelement (19) und die Hauptkühlmittelpumpe (15) einen Teil des Heizungswärmetauscher-Vorlaufs (9) bilden können.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

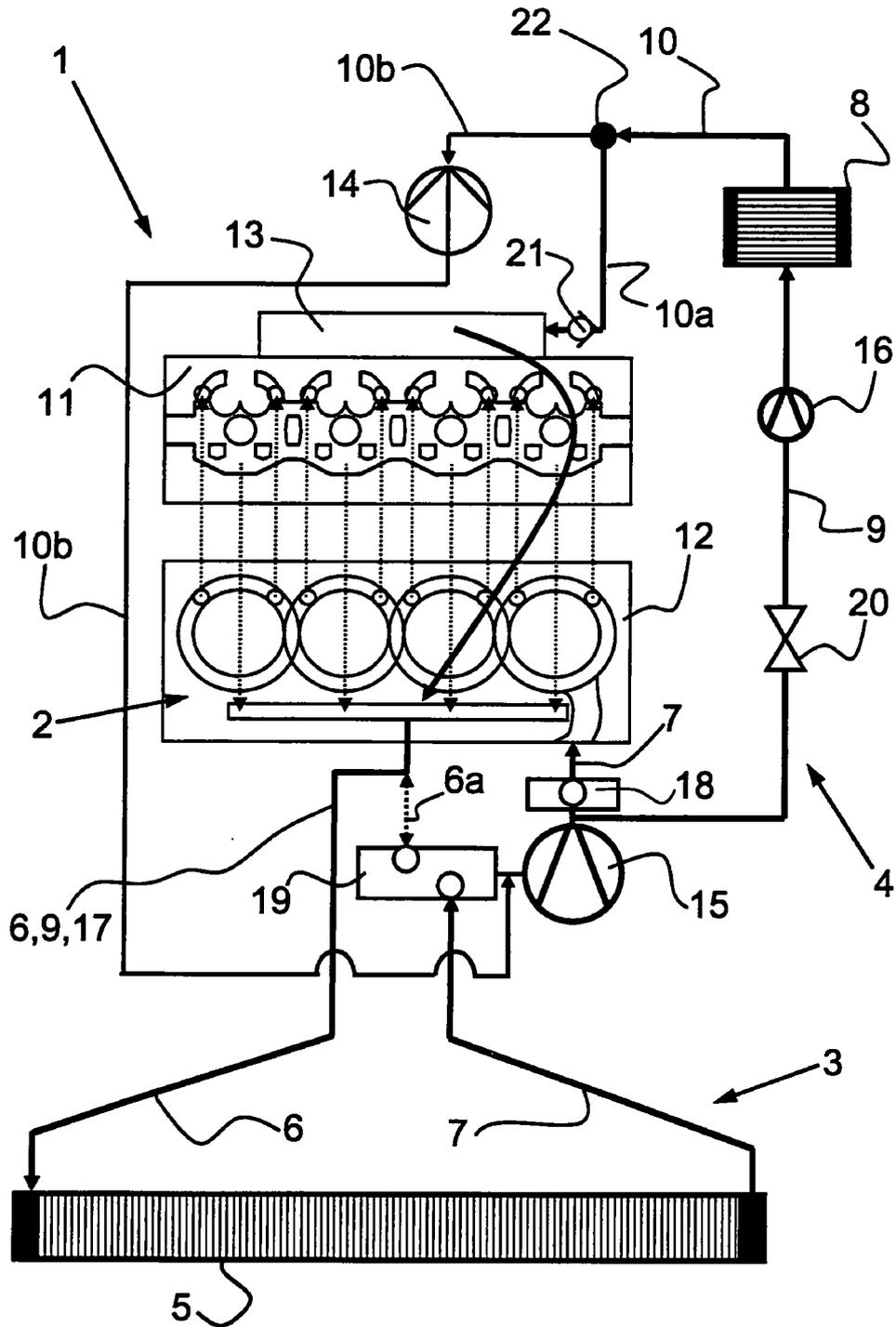


Fig. 2