

(19)



(11)

EP 3 412 883 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
31.03.2021 Patentblatt 2021/13

(51) Int Cl.:
F01P 3/02 ^(2006.01)

F01P 7/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18173752.9**

(22) Anmeldetag: **23.05.2018**

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE UND KRAFTFAHRZEUG**

COMBUSTION ENGINE AND MOTOR VEHICLE

MOTEUR À COMBUSTION INTERNE ET VÉHICULE À MOTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.06.2017 DE 102017209827**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.2018 Patentblatt 2018/50

(73) Patentinhaber: **VOLKSWAGEN
AKTIENGESELLSCHAFT
38440 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder: **Kiel, Marco
39116 Magdeburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2013/178797 DE-A1-102014 206 480
DE-A1-102015 201 243**

EP 3 412 883 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor und einem Kühlsystem. Die Erfindung betrifft auch ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Brennkraftmaschine.

[0002] Brennkraftmaschinen für Kraftfahrzeuge weisen in der Regel ein Kühlsystem auf, in dem ein Kühlmittel mittels einer oder mehrerer Kühlmittelpumpen in mindestens einem Kühlkreis gepumpt wird und dabei Wärmeenergie von in den Kühlkreis integrierten Komponenten, u.a. einem Verbrennungsmotor, aufnimmt. Diese Wärmeenergie wird anschließend in einem Umgebungswärmetauscher, dem sogenannten Haupt(wasser)kühler, sowie zeitweise in einem Heizungswärmetauscher an die Umgebungsluft, im Fall des Heizungswärmetauschers an die zur Klimatisierung des Innenraums des Kraftfahrzeugs vorgesehene Umgebungsluft, abgegeben.

[0003] Bei den Kühlsystemen moderner Kraftfahrzeuge kann die Hauptregelung des Volumenstroms des Kühlmittels mittels regelbarer Kühlmittelpumpen erfolgen, während die Verteilung des Volumenstroms auf die einzelnen, jeweils einen unterschiedlichen Kühlbedarf aufweisenden Komponenten insbesondere mittels Thermostatventilen gesteuert werden kann. Beispielsweise offenbart die DE 103 42 935 A1 eine Brennkraftmaschine mit einem Kühlkreis, der eine von einem Verbrennungsmotor mechanisch angetriebene Pumpe umfasst. Der Fördervolumenstrom der Pumpe ist somit von der Drehzahl des Verbrennungsmotors abhängig. Um für mehrere in den Kühlkreis integrierte Wärmetauscher, insbesondere Kühlmittelkanäle eines Zylindergehäuses und eines Zylinderkopfs des Verbrennungsmotors sowie einen Heizungswärmetauscher für eine Innenraumheizung eines von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftfahrzeugs, individuell angepasste Volumenströme des Kühlmittels zu erreichen, sind eine Mehrzahl von jeweils individuell ansteuerbaren Regelventilen in den Kühlkreislauf integriert.

[0004] Eine Brennkraftmaschine mit einem Kühlsystem, bei dem eine Verteilung der Volumenströme des Kühlmittels auf die einzelnen Komponenten nicht mittels Thermostatventilen sondern mittels einer Verteilvorrichtung durchgeführt wird, ist in der DE 10 2014 219 252 A1 beschrieben. Diese Verteilvorrichtung umfasst einen ersten Sperrschieber, der mittels eines Elektromotors bewegt werden kann, und einen zweiten, phasenweise von dem ersten Sperrschieber mitbewegten zweiten Sperrschieber wobei mittels der Sperrschieber eine betriebsabhängig angepasste Kühlmittelzufuhr zu den verschiedenen Komponenten des Kühlsystems möglich ist. Die Verteilvorrichtung kann dabei auch ermöglichen, eine Durchströmung eines Zylinderkopfs eines Verbrennungsmotors der Brennkraftmaschine zuzulassen, während eine Durchströmung eines Zylindergehäuses des Verbrennungsmotors unterbunden ist. Wird eine Durchströmung des Zylindergehäuses vollständig verhindert,

kann dadurch ein möglichst schnelles Aufwärmen des Zylindergehäuses während einer Warmlaufphase der Brennkraftmaschine realisiert werden. Die Verteilvorrichtung gemäß der DE 10 2014 219 252 A1 ermöglicht zwar eine im Wesentlichen optimale angepasste Aufteilung der Volumenströme des Kühlmittels auf die verschiedenen Komponenten des Kühlsystems, ist jedoch insbesondere aufgrund der Betätigung mittels des Elektromotors und der hierfür erforderlichen aktiven Ansteuerung des Elektromotors relativ aufwändig und damit teuer.

[0005] Die DE 10 2008 004 161 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, die einen ersten Thermostaten aufweisenden und Kühlmittel führenden Kühlkreislauf umfasst, wobei der erste Thermostat bei einer ersten Schwelltemperatur öffnet. Dem Kühlmittelkreislauf ist auch ein zweiter Thermostat zugeordnet, der bei einer zweiten Schwelltemperatur öffnet, wobei die beiden Schwelltemperaturen unterschiedlich groß sind. In einem Vollastbetrieb erhält die Brennkraftmaschine das Kühlmittel mit einer ersten Temperatur über den ersten Thermostaten und in einem Teillastbetrieb mit einer zweiten Temperatur über den zweiten Thermostaten. Die Thermostate können dabei funktional insbesondere auf einem Dehnstoffelement ("Wachspartone") beruhen, das sich in Abhängigkeit von der Temperatur ausdehnt und dadurch einen Durchflussquerschnitt mehr oder weniger freigibt.

[0006] Derartige Thermostate beziehungsweise Thermostatventile sind kostengünstig verwendbar, weil diese einerseits konstruktiv wenig aufwändig sind und andererseits, aufgrund der Selbstregelung solcher Thermostatventile, eine aktive Ansteuerung entbehrlich machen. Andererseits benötigen derartige Thermostatventile einen sogenannten Pilotstrom des Kühlmittels. Hierbei handelt es sich um einen relativ geringen Volumenstrom des Kühlmittels, der ein solches Thermostatventil permanent durchströmen muss, um zu gewährleisten, dass das Dehnstoffelement mit Kühlmittel in Kontakt kommt, dessen Temperatur in etwa derjenigen entspricht, die der zuvor durchströmten Komponente des Kühlsystems zuzuordnen ist. Würde ein solches Thermostatventil einen solchen Pilotstrom des Kühlmittels nicht zulassen, würde sich das unmittelbar vor dem Thermostatventil aufstauende Kühlmittel deutlich zu langsam erwärmen und dabei eine sinnvolle temperaturabhängige Volumenstromregelung verhindern.

[0007] Auch wenn ein solcher Pilotstrom im Vergleich zu dem maximalen Volumenstrom, der das Thermostatventil im vollständig geöffneten Zustand durchströmen kann, relativ klein ist, so ist dieser doch nicht unerheblich. Folglich wird durch diesen ein Aufwärmen einer Komponente eines Kühlsystems, beispielsweise eines Zylindergehäuses, trotz einer weitestmöglich geschlossenen Stellung eines dieser Komponente zugeordneten Thermostatventils spürbar verlangsamt.

[0008] Die DE 10 2014 206 480 A1 offenbart eine Brennkraftmaschine mit einem Kühlsystem, bei der ein

Volumenstrom von Kühlmittel durch einen Kühlmittelkanal eines Zylindergehäuses mittels eines Dehnstoff-Thermostatventils regelbar ist, wobei ein Pilotstrom von Kühlmittel durch das Dehnstoff-Thermostatventil und den Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses in Abhängigkeit von der Drehstellung eines Drehschiebers unterbunden sein kann.

[0009] Die WO 2013/178797 A1 beschreibt eine Brennkraftmaschine mit einem Kühlsystem, bei der eine Verteilung von Kühlmittel in dem Kühlsystem mittels einer Verteilvorrichtung steuerbar ist, die ein Dehnstoff-Thermostatventil umfasst, mittels dessen eine Durchströmung eines Kühlmittelkanals eines Zylindergehäuses regelbar ist. Ein Wachsmaterial des Dehnstoff-Thermostatventil wird dabei von Kühlmittel, das zuvor einen Zylinderkopf der Brennkraftmaschine durchströmt hat, temperiert. Ergänzend dazu kann das Wachsmaterial auch mittels einer Heizvorrichtung temperiert werden.

[0010] Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, bei einer Brennkraftmaschine mit einem einen Zylinderkopf und ein Zylindergehäuse umfassenden Verbrennungsmotor und mit einem Kühlsystem, das Kühlkanäle für sowohl den Zylinderkopf als auch für das Zylindergehäuse aufweist, auf möglichst einfache und damit kostengünstige Weise zu erreichen, dass insbesondere während einer Warmlaufphase nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine der Zylinderkopf von Kühlmittel durchströmt wird, während eine Durchströmung des Zylindergehäuses vollständig unterbunden wird.

[0011] Diese Aufgabe wird mittels einer Brennkraftmaschine gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Brennkraftmaschine ist Gegenstand des Patentanspruchs 11. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine und damit des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs sind Gegenstände der weiteren Patentansprüche und/oder ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

[0012] Erfindungsgemäß ist eine Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor, der einen Zylinderkopf und ein Zylindergehäuse aufweist, und mit einem Kühlsystem, das einen Kühlmittelkanal des Zylinderkopfs und einen Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses umfasst, vorgesehen, wobei der Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses zumindest teilweise parallel zu dem Kühlmittelkanal des Zylinderkopfs in das Kühlsystem integriert ist, so dass es grundsätzlich möglich ist, nur einen oder beide dieser Kühlmittelkanäle von Kühlmittel durchströmen zu lassen. Eine Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses (bei gleichzeitiger Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylinderkopfs) ist bei einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mittels eines (ersten) Dehnstoff-Thermostatventils und folglich mittels eines selbsttätig temperaturabhängig agierenden Thermostatventils regelbar. Dabei ist dieses Dehnstoff-Thermostatventil derart ausgebildet, dass dessen temperaturabhängige Volumenstromregelung einen Pilotstrom des Kühlmittels durch den Kühlmittelkanal des Zylinderge-

häuses erfordert. Vorgesehen ist, dass dem Dehnstoff-Thermostatventil eine Beeinflussungsvorrichtung zugeordnet ist, mittels der ein solcher Pilotstrom des Kühlmittels für das (erste) Dehnstoff-Thermostatventil verhindert oder zugelassen werden kann, wobei die Beeinflussungsvorrichtung eine Heizvorrichtung für das (erste) Dehnstoff-Thermostatventil und/oder ein zweites Dehnstoff-Thermostatventil umfasst.

[0013] Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug umfasst zumindest eine zur Erzeugung einer Fahrtriebsleistung vorgesehene, erfindungsgemäße Brennkraftmaschine. Bei dem Kraftfahrzeug kann es sich insbesondere um ein radbasiertes Kraftfahrzeug (vorzugsweise PKW oder LKW) handeln.

[0014] Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, zur Regelung der Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses ein kostengünstiges, mittels eines Dehnstoffelements selbsttätig regelndes Thermostatventil einzusetzen, das konstruktiv und funktional einen Pilotstrom des Kühlmittels erfordert, um eine temperaturabhängige Volumenstromregelung durchführen zu können. Um trotz der Verwendung eines solchen Dehnstoff-Thermostatventils bedarfsweise eine Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses vollständig (und somit auch die Pilotströmung durch das Dehnstoff-Thermostatventil) zu unterbinden, ist dem Dehnstoff-Thermostatventil erfindungsgemäß die Beeinflussungsvorrichtung zugeordnet, die ebenfalls vergleichsweise einfach ausgebildet sein kann, so dass sich insgesamt auf relativ einfache Weise eine Regelung der Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses realisieren lässt, die einerseits selbsttätig funktioniert und andererseits die Möglichkeit einer vollständigen Unterbindung einer solchen Durchströmung bietet, wodurch ein Erwärmen des Zylindergehäuses bei Bedarf, insbesondere während einer Warmlaufphase, insbesondere nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine, möglichst schnell erfolgen kann.

[0015] Gemäß einer Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine ist vorgesehen, dass die Beeinflussungsvorrichtung eine Heizvorrichtung für das (erste) Dehnstoff-Thermostatventil umfasst. Die insbesondere mittels einer Steuerungsvorrichtung (z.B. einer Motorsteuerung) der Brennkraftmaschine ansteuerbare Heizvorrichtung ermöglicht eine Temperierung des Dehnstoffelements des Dehnstoff-Thermostatventils, die unabhängig von einer Temperierung mittels des Kühlmittels ist. Dadurch wird ermöglicht, das Thermostatventil derart auszugestalten, dass dieses im weitestmöglich geschlossenen Zustand eine Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses vollständig unterbindet, wohingegen dann, wenn eine selbsttätige Regelung des Volumenstroms des Kühlmittels durch den Kühlkanal des Zylindergehäuses in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels vorgesehen sein soll, das Dehnstoffelement des Thermostatventils mittels der Heizvorrichtung soweit erwärmt wird, dass dieses zumindest einen Pilotstrom des Kühlmittels zu-

lässt, der dann die selbsttätige Regelung des Dehnstoff-Thermostatventils gewährleisten kann. Dabei ist die Verwendung der Heizvorrichtung nicht auf ein Umschalten zwischen vollständiger Unterbindung der Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses und einer selbsttätigen Regelung in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels durch das Zulassen eines Pilotstroms beschränkt, sondern die Heizvorrichtung kann grundsätzlich jederzeit im Betrieb der Brennkraftmaschine genutzt werden, um bedarfsweise eine gegebenenfalls zu langsame selbsttätige Regelung mittels des Dehnstoffelements des Dehnstoff-Thermostatventils zu überlagern. Dies kann beispielsweise nach einem Lastsprung, d.h. nach einer spontanen, relativ großen Lasterhöhung für den Betrieb des Verbrennungsmotors, der Fall sein, wenn die selbsttätige Regelung mittels des Dehnstoffelements tendenziell zu langsam reagiert. Dadurch kann eine möglichst optimale Anpassung des Volumenstroms des Kühlmittels durch den Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses und damit der Kühlwirkung für das Zylindergehäuse erreicht werden.

[0016] Weiterhin kann für eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine vorgesehen sein, dass die Beeinflussungsvorrichtung ein zweites Dehnstoff-Thermostatventil umfasst, dessen Startregeltemperatur vorzugsweise unterhalb der Startregeltemperatur des ersten Dehnstoff-Thermostatventils liegt. Als "Startregeltemperatur" wird dabei ein Grenzwert oder ein Grenzwertbereich für die Temperatur des jeweiligen Dehnstoff-Thermostatventils beziehungsweise für die Temperatur des das jeweilige Dehnstoff-Thermostatventil durchströmenden Kühlmittels verstanden, ab dem eine temperaturabhängige Ventilöffnung mit dem Ziel einer Volumenstromregelung erfolgt. Folglich kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass das erste Dehnstoff-Thermostatventil konstruktiv derart ausgelegt ist, dass dieses stets einen Pilotstrom durchlässt oder durchlassen würde, während das zweite Dehnstoff-Thermostatventil so ausgebildet und in das Kühlsystem, insbesondere in den Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses, integriert ist, dass dieses im vollständig geschlossenen Zustand eine Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses (zumindest in dem das erste Dehnstoff-Thermostatventil umfassenden Abschnitt) vollständig unterbindet, wodurch dann auch der konstruktiv grundsätzlich mögliche Pilotstrom durch das erste Dehnstoff-Thermostatventil unterbunden ist. Öffnet dagegen das zweite Dehnstoff-Thermostatventil, wird dadurch der Pilotstrom für das erste Dehnstoff-Thermostatventil freigegeben, so dass ab dann die Regelung des Volumenstroms des Kühlmittels durch den Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses selbsttätig mittels des ersten Dehnstoff-Thermostatventils geregelt werden kann. Durch die geringere Startregeltemperatur des zweiten Dehnstoff-Thermostatventils im Vergleich zu derjenigen des ersten Dehnstoff-Thermostatventils kann auf relativ einfache Weise sichergestellt werden, dass in Abhängigkeit von der Temperatur des den Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses durch-

strömenden Kühlmittels das zweite Dehnstoff-Thermostatventil stets weiter als das erste Dehnstoff-Thermostatventil geöffnet ist (solange nicht beide vollständig geöffnet sind), so dass eine Volumenstromregelung für das den Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses durchströmende Kühlmittel ausschließlich mittels des ersten Dehnstoff-Thermostatventils realisierbar ist, sobald mittels des zweiten Dehnstoff-Thermostatventils ein Pilotstrom freigegeben worden ist.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung einer solchen erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann vorgesehen sein, dass das zweite Dehnstoff-Thermostatventil über eine Verbindungsleitung, die aus der Kühlmittelleitung des Zylinderkopfs oder stromab davon (bezüglich einer für das Kühlsystem vorgesehenen Durchströmungsrichtung) abgeht, mittels eines Kühlmittelstroms beaufschlagbar ist. Das zweite Dehnstoff-Thermostatventil kann demnach ein Unterbinden oder Freigeben eines Pilotstroms für das erste Dehnstoff-Thermostatventil in Abhängigkeit von der Temperatur des Zylinderkopfs beziehungsweise des Kühlmittels, das den Zylinderkopf durchströmt oder kurz vorher durchströmt hat, bewirken.

[0018] Gemäß einer Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann auch vorgesehen sein, dass die Beeinflussungsvorrichtung zusätzlich ein (erstes) Steuerventil umfasst. Mittels dieses (ersten) Steuerventils kann bedarfsweise eine Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses unterbunden werden, wodurch somit auch ein Pilotstrom durch das Dehnstoff-Thermostatventil, das konstruktiv derart ausgelegt sein kann, dass dieses in der weitestmöglich geschlossenen Stellung einen Pilotstrom durchlässt, verhindert wird. Dabei kann das Steuerventil derart ausgebildet sein, dass es in der Art eines Umschaltventils eine Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses entweder unterbindet oder weitestmöglich freigibt, so dass nach einem solchen Freigegeben eine Volumenstromregelung ausschließlich mittels des Dehnstoff-Thermostatventils erfolgen würde. Dadurch kann eine konstruktiv möglichst einfache Ausgestaltung für die Beeinflussungsvorrichtung und damit auch für die Brennkraftmaschine realisiert werden. Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, das Steuerventil derart auszubilden, dass eine Durchströmung des Kühlmittelkanals des Zylindergehäuses in Abhängigkeit von der Stellung des Steuerventils auch in einer oder mehreren Zwischenstellungen oder stufenlos zwischen der vollständig geschlossenen und der vollständig geöffneten Stellung mittels des Steuerventils beeinflussbar ist. Dies ermöglicht wiederum in Grenzen eine Überlagerung der mittels des Dehnstoff-Thermostatventils erzielbaren Volumenstromregelung.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann vorgesehen sein, dass das Kühlsystem einen die Kühlmittelkanäle des Zylinderkopfs und des Zylindergehäuses, eine (erste) Kühlmittelpumpe und einen Hauptkühler

umfassenden Hauptkühlkreis sowie eine aus dem Hauptkühlkreis abgehende sowie in den Hauptkühlkreis mündende und damit einen Abschnitt des Hauptkühlkreises umgehende Nebenstrecke zur Ausbildung eines Nebenkühlkreises aufweist. In die Nebenstrecke kann dabei vorzugsweise ein Heizungswärmetauscher und/oder ein AGR-Kühler, insbesondere einen ND-AGR-Kühler, und/oder ein ATL-Kühler und/oder eine zweite Kühlmittelpumpe integriert sein. Unter einem "Heizungswärmetauscher" wird ein Wärmetauscher verstanden, in dem ein Wärmeübergang von dem Kühlmittel des Kühlsystems auf Umgebungsluft, die zum Beheizen eines Innenraums eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs vorgesehen ist, erfolgt. Als "AGR-Kühler" wird ein Wärmetauscher verstanden, der in eine Abgasrückführleitung (bei einer Ausgestaltung als ND-AGR-Kühler: in eine Niederdruck-Abgasrückführleitung) integriert ist und einer Kühlung von über die Abgasrückführleitung rückgeführtem Abgas dient. Als "ATL-Kühler" wird ein Wärmetauscher verstanden, der in einen Abgasturbolader der Brennkraftmaschine integriert ist und einer Kühlung des Abgasturboladers, insbesondere eines Lagerstuhls des Abgasturboladers, dienen kann.

[0020] Durch die Integration dieser Komponenten des Kühlsystems in die Nebenstrecke wird einerseits ermöglicht, für diese eine weiter angepasste Volumenstromregelung zu realisieren. Dies kann insbesondere mittels der in die Nebenstrecke integrierten zweiten Kühlmittelpumpe, die insbesondere elektromotorisch betrieben und mittels einer Steuerungsvorrichtung der Brennkraftmaschine ansteuerbar sein kann, erfolgen. Mittels der zweiten Kühlmittelpumpe kann somit ein von der ersten Kühlmittelpumpe für den Hauptkühlkreis bewirkter Volumenstrom des Kühlmittels mit Wirkung für die Nebenstrecke beeinflusst werden. Andererseits kann durch diese Integration verhindert werden, dass sich diese Komponenten, die einen relativ großen Strömungswiderstand aufweisen können, negativ auf die Durchströmung des Hauptkühlkreises auswirken.

[0021] Die erste Kühlmittelpumpe kann in vorteilhafter Weise als direkt oder indirekt, d.h. über ein Getriebe, mittels einer Abtriebswelle des Verbrennungsmotors angetriebene Kühlmittelpumpe (sogenannte mechanisch angetriebene Kühlmittelpumpe) ausgebildet sein, wodurch sich eine relativ einfache konstruktive Ausgestaltung für diese ergibt. Dabei kann die Kühlmittelpumpe auch als unabhängig von der Antriebsdrehzahl hinsichtlich der Förderleistung einstellbar ausgestaltet sein. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass die erste Kühlmittelpumpe elektromotorisch angetrieben und hierzu insbesondere mittels einer Steuerungsvorrichtung zur Erzielung einer Anpassung der Förderleistung ansteuerbar ist.

[0022] Insbesondere bei einer Ausgestaltung der ersten Kühlmittelpumpe als mechanisch angetriebene Kühlmittelpumpe kann mittels einer in die Nebenstrecke integrierten und elektromotorisch angetriebenen zweiten Kühlmittelpumpe auch dann eine Strömung von Kühlmittel

in dem Kühlsystem realisiert werden, wenn der Verbrennungsmotor und damit auch die erste Kühlmittelpumpe nicht betrieben wird. Dies kann beispielsweise relevant sein, um auch bei aktiver Start-Stopp-Automatik und/oder nach dem manuellen Beenden des Betriebs des Verbrennungsmotors eine Heizfunktionalität für die Innenraumheizung des Kraftfahrzeugs zu gewährleisten. Gegebenenfalls kann auch für weitere Komponenten des Kühlsystems ein solches Nachheizen relevant sein. Zudem kann trotz eines nicht betriebenen Verbrennungsmotors für einzelne Komponenten des Kühlsystems ein Nachkühlen vorteilhaft sein, um lokale Temperaturstaus und damit Überhitzungen zu vermeiden, indem weiterhin Wärmeenergie über das Kühlsystems abgeführt oder zumindest verteilt wird.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung einer solchen erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann auch vorgesehen sein, dass der Hauptkühlkreis einen Bypass für den Hauptkühler umfasst, wobei eine Verteilung einer Kühlmittelströmung einerseits auf den Hauptkühler und andererseits auf den den Hauptkühler umgehenden Bypass mittels einer Verteilvorrichtung steuerbar und vorzugsweise regelbar ist. Die Verteilvorrichtung kann dabei in konstruktiv vorteilhafter Weise in Form eines weiteren Dehnstoff-Thermostatventils ausgebildet sein. Mittels des Bypasses für den Hauptkühler wird ermöglicht, das Kühlsystem und konkret den Hauptkühlkreis einerseits in einem kleinen, den Hauptkühler umgehenden Kreislauf zu betreiben, wodurch ein möglichst schnelles Aufwärmen von den übrigen in das Kühlsystem integrierten Komponenten während einer Warmlaufphase der Brennkraftmaschine unterstützt werden kann, da ein Wärmeübergang von dem Kühlmittel auf Umgebungsluft bei der Durchströmung des Hauptkühlers verhindert ist. Hat dagegen zumindest eine der grundsätzlich mittels des Kühlsystems zu kühlenden Komponenten, insbesondere der Zylinderkopf des Verbrennungsmotors, ihren/seinen Betriebstemperaturbereich erreicht, kann das Kühlsystem beziehungsweise der Hauptkühlkreis andererseits in einem großen, den Hauptkühler integrierenden Kreislauf betrieben werden, wodurch dann im Sinne eines Normalbetriebs des Kühlsystems Wärmeenergie in dem Hauptkühler von dem Kühlmittel an die Umgebungsluft übertragen werden kann, um eine Überhitzung des Kühlmittels und der durch dieses zu kühlenden Komponenten zu vermeiden.

[0024] Der von der Nebenstrecke umgangene Abschnitt des Hauptkühlkreises kann vorzugsweise den Hauptkühler und, sofern vorgesehen, weiterhin bevorzugt auch den Bypass zu dem Hauptkühler umfassen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass eine Durchströmung der Nebenstrecke unbeeinflusst davon ist, ob der Hauptkühlkreis in einem kleinen oder großen Kreislauf betrieben wird.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, bei der eine einen Abschnitt des Hauptkühlkreises umgehende Nebenstrecke vorgesehen ist, kann vorgesehen sein, dass

in den von der Nebenstrecke umgangenen Abschnitt des Hauptkühlkreises ein Absperrventil integriert ist. Mittels des Absperrventils kann verhindert werden, dass Kühlmittel in den von der Nebenstrecke zu umgehenden Abschnitt des Hauptkühlkreises rückströmt. Dadurch kann insbesondere sichergestellt werden, dass das den Nebenkühlkreis durchströmende Kühlmittel zumindest den Kühlmittelkanal des Zylinderkopfs durchströmt, was insbesondere für die Funktion eines in die Nebenstrecke integrierten Heizungswärmetauschers von Bedeutung ist, um eine gute Funktionsfähigkeit und insbesondere ein relativ schnelles Ansprechen einer Innenraumheizung für ein die Brennkraftmaschine umfassendes Kraftfahrzeug nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine zu gewährleisten. Auch ein möglichst schnelles Aufwärmen der anderen in die Nebenstrecke integrierten Komponenten kann vorteilhaft sein. Beispielsweise kann dadurch ein Kondensieren von Flüssigkeit aus über eine Abgasrückführung rückgeführtem Abgas verhindert oder zumindest vermindert werden.

[0026] Das Absperrventil kann vorzugsweise in Form eines Differenzdruckventils, insbesondere in Form eines Rückschlagventils, ausgebildet sein, wodurch auf eine aktive Ansteuerung eines solchen Absperrventils verzichtet werden kann. Möglichst ist aber auch eine aktiv ansteuerbare Ausgestaltung des Absperrventils.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann vorgesehen sein, dass das (erste) Dehnstoff-Thermostatventil und vorzugsweise auch die dazugehörige Beeinflussungsvorrichtung mittels eines Bypasses umgebar ist/sind, wobei ein Volumenstrom des Kühlmittels über den Bypass mittels eines (zweiten) Steuerventils steuerbar ist. Dieser Bypass in Kombination mit dem dazugehörigen Steuerventil kann insbesondere dazu dienen, eine temperaturabhängige Volumenstromregelung mittels des (ersten) Dehnstoff-Thermostatventils temporär zu übergehen, um beispielsweise nach einem Lastsprung eine ausreichende Kühlwirkung für das Zylindergehäuse zu gewährleisten, so dass eine Beschädigung des Zylindergehäuses und/oder des Kühlmittels durch Sieden vermieden werden kann.

[0028] Die unbestimmten Artikel ("ein", "eine", "einer" und "eines"), insbesondere in den Patentansprüchen und in der die Gegenstände der Patentansprüche allgemein erläuternden Beschreibung, sind als solche und nicht als Zahlwörter zu verstehen. Entsprechend damit konkretisierte Komponenten sind somit so zu verstehen, dass diese mindestens einmal vorhanden sind und mehrfach vorhanden sein können.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1: schematisch eine erste Ausgestaltungsform einer Brennkraftmaschine, die erfindungsgemäß ausgestaltet ist;

Fig. 2: schematisch eine zweite Ausgestaltungsform einer Brennkraftmaschine, die nicht erfindungsgemäß ausgestaltet ist; und

5 Fig. 3: schematisch eine dritte Ausgestaltungsform einer Brennkraftmaschine, die erfindungsgemäß ausgestaltet ist.

[0030] Die Fig. 1 zeigt schematisch eine erste Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, die der Erzeugung einer Fahrtriebsleistung für ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug 10 dient. Die Brennkraftmaschine umfasst einen Verbrennungsmotor 12, der beispielsweise als nach dem Otto- oder Diesel-Prinzip arbeitender Hubkolbenmotor ausgebildet sein kann und der einen Zylinderkopf 14 sowie ein Zylindergehäuse 16 umfasst. Sowohl in das Zylindergehäuse 16 als auch in den Zylinderkopf 14 ist jeweils ein Kühlmittelkanal 18, 20 integriert, die in paralleler Anordnung in einem Kühlsystem der Brennkraftmaschine integriert sind und dadurch unabhängig voneinander von Kühlmittel, das in verschiedenen, jedoch stets die Kühlmittelkanäle 18, 20 des Zylinderkopfs 14 und des Zylindergehäuses 16 umfassenden Kühlkreisen gefördert wird, durchströmt werden können. Die Kühlmittelkanäle 18, 20 des Zylinderkopfs 14 und des Zylindergehäuses 16 sind beide über eine Kühlmittelleitung, die ebenfalls in das Zylindergehäuse 16 des Verbrennungsmotors 12 integriert ist, mit dem Auslass einer ersten Kühlmittelpumpe 22 verbunden. Aus dieser Kühlmittelleitung kann optional eine weitere Kühlmittelleitung abgehen, über die Kühlmittel in einem zusätzlichen Kreislauf durch einen Motorölkühler 66 und einen Getriebeölkühler 68 geführt wird. Diese Kühlmittelleitung mündet stromauf der ersten Kühlmittelpumpe 22 in eine dortige Kühlmittelleitung des Kühlsystems.

[0031] Die erste Kühlmittelpumpe 22 kann beispielsweise von einer Abtriebswelle (insbesondere Kurbelwelle) des Verbrennungsmotors 12 direkt oder indirekt, d.h. über ein Getriebe, angetrieben werden, wobei diese zudem hinsichtlich der Förderleistung derart einstellbar ausgebildet sein kann, dass die Förderleistung auch unabhängig von der Antriebsdrehzahl veränderlich ist. Zur Einstellung der Förderleistung kann diese mittels einer Steuerungsvorrichtung 24, insbesondere einer Motorsteuerung der Brennkraftmaschine, entsprechend ansteuerbar sein.

[0032] Weitere Kühlmittelleitungen des Kühlsystems bilden in Kombination mit den Kühlmittelkanälen 18, 20 des Zylinderkopfs 14 und des Zylindergehäuses 16 einen Hauptkühlkreis sowie einen Nebenkühlkreis aus. Der Nebenkühlkreis umfasst eine Nebenstrecke 26, die aus dem Hauptkühlkreis abgeht und wieder in den Hauptkühlkreis mündet und dabei einen Abschnitt des Hauptkühlkreises umgeht, in den ein Hauptkühler 28 sowie ein Bypass 30 für den Hauptkühler 28 integriert sind. Die Kühlmittelkanäle 18, 20 des Zylinderkopfs 14 und des Zylindergehäuses 16 sind dagegen in einen Abschnitt

des Hauptkühlkreises integriert, der auch einen Abschnitt des Nebenkühlkreises darstellt. Kühlmittel, das die Nebenstrecke 26 durchströmt, strömt folglich auch durch den Kühlmittelkanal 18 des Zylinderkopfs 14 und, sofern dies nicht mittels eines ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 und einer dazugehörigen Beeinflussungsvorrichtung 34 verhindert wird, den Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16. Ein Durchströmen des Kühlmittelkanals 18 des Zylinderkopfs 14 und gegebenenfalls auch des Kühlmittelkanals 20 des Zylindergehäuses 16 mittels des über die Nebenstrecke 26 geführten Kühlmittels wird dabei durch ein in den Bypass 30 zu dem Hauptkühler 28 integriertes Absperrventil 36 in Form eines Rückschlagventils 36 sichergestellt. Diese Wirkung des Rückschlagventils 36 kann insbesondere dann relevant sein, wenn das in dem Nebenkühlkreis strömende Kühlmittel ausschließlich mittels einer in die Nebenstrecke 26 integrierten zweiten Kühlmittelpumpe 38 gefördert wird. Die erste Kühlmittelpumpe 22 würde dabei nicht betrieben beziehungsweise infolge einer entsprechenden Einstellung wäre die Förderleistung der ersten Kühlmittelpumpe 22 im Wesentlichen null oder zumindest im Vergleich zu der Förderleistung der zweiten Kühlmittelpumpe 38 vernachlässigbar.

[0033] In die Nebenstrecke 26 sind weiterhin ein Heizungswärmetauscher 40 sowie optional ein AGR-Kühler 42 und ein ATL-Kühler 44 integriert. Die zweite Kühlmittelpumpe ist mittels eines Elektromotors antreibbar, der mittels der Steuerungsvorrichtung 24 angesteuert werden kann.

[0034] In einer Kühlmittelleitung des Hauptkühlkreises, die sich auslassseitig an den Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 anschließt, ist das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 sowie die dazugehörige Beeinflussungsvorrichtung 34, die in dem Ausgestaltungsbeispiel gemäß der Fig. 1 in Form eines stromab des ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 angeordneten, zweiten Dehnstoff-Thermostatventils 46 ausgebildet ist, integriert. Diese Kühlmittelleitung geht stromab der beiden Dehnstoff-Thermostatventile 32, 46 in eine von dem Auslass des Kühlmittelkanals 18 des Zylinderkopfs 14 kommende Kühlmittelleitung des Hauptkühlkreises über, die bis zu einer Verteilvorrichtung 48 führt. Mittel der Verteilvorrichtung 48 wird temperaturabhängig eine Verteilung von durch den Hauptkühlkreis strömendem Kühlmittels auf entweder den Hauptkühler 28 oder den Bypass 30 zu dem Hauptkühler 28 geregelt. Die Verteilvorrichtung 48 ist dabei in Form eines weiteren Dehnstoff-Thermostatventils 50 ausgebildet.

[0035] Das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 ist derart ausgebildet, dass dieses auch in der weitestmöglich geschlossenen Stellung einen relativ kleinen Pilotstrom des Kühlmittels zubeziehungsweise durchlässt, so dass mittels des ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 eine selbsttätige, temperaturabhängige Regelung des durch den Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 geführten Volumenstroms des Kühlmittels realisiert wird, sobald ein solcher Pilotstrom auch tatsächlich vorliegt.

Dieser Pilotstrom wird jedoch verhindert, wenn sich das zweite Dehnstoff-Thermostatventil 46 in seiner vollständig geschlossenen Stellung befindet. Das zweite Dehnstoff-Thermostatventil 46 öffnet erst, wenn das Kühlmittel, das zuvor den Kühlmittelkanal 18 des Zylinderkopfs 14 durchströmt hat, eine definierte Grenztemperatur (beispielsweise 87°C) erreicht hat, die der Startregeltemperatur des zweiten Dehnstoff-Thermostatventils 46 ungefähr entspricht. Um dem zweiten Dehnstoff-Thermostatventil 46 zu ermöglichen, in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels, das zuvor den Kühlmittelkanal 18 des Zylinderkopfs 14 durchströmt hat, zu öffnen, ist eine Verbindungsleitung 52 vorgesehen, die aus der von dem Auslass des Kühlmittelkanals 18 des Zylinderkopfs 14 kommenden Kühlmittelleitung abgeht und die zu dem zweiten Dehnstoff-Thermostatventil 46 führt. Über diese Verbindungsleitung 52 kann ein Pilotstrom durch das zweite Dehnstoff-Thermostatventil 46 geführt werden, der ein Öffnen des zweiten Dehnstoff-Thermostatventils 46 beim Erreichen der dazugehörigen Startregeltemperatur bewirkt. Sobald das zweite Dehnstoff-Thermostatventil 46 geöffnet ist, strömt ein Pilotstrom durch das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32, so dass dann das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 kontinuierlich in relativ geringem Maße mit aus dem Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 stammendem Kühlmittel beaufschlagt wird. Ab dem Erreichen einer dazugehörigen Startregeltemperatur, die beispielsweise bei 105°C liegen kann, öffnet das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 dann temperaturabhängig mehr oder weniger, um eine Volumenstromregelung für den Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 durchströmendes Kühlmittel zu realisieren.

[0036] Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine gemäß beispielsweise der Fig. 1 ermöglicht eine vorteilhafte, temperaturabhängige Verteilung von Kühlmittel auf die verschiedenen Komponenten des Kühlsystems, wobei für die Kühlmittelverteilung konstruktiv relativ einfach ausgestaltete Bauteile, insbesondere selbsttätig regelnde Dehnstoff-Thermostatventile 32, 46, 50 eingesetzt werden. Gleichzeitig ist es möglich, temporär eine Durchströmung des Kühlmittelkanals 20 des Zylindergehäuses 16 vollständig zu unterbinden, was sich positiv auf die Geschwindigkeit, mit der sich das Zylindergehäuse 16 während einer Warmlaufphase nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine aufwärmt, auswirkt. Ein so erzielbares relativ schnelles Aufwärmen des Zylindergehäuses 16 wirkt sich positiv auf den Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors 12 aus, weil Reibungsverluste, die aus den zyklischen Bewegungen von Kolben in Zylindern (nicht dargestellt), die in dem Zylindergehäuse 16 ausgebildet sind, resultieren, erst mit dem Erreichen eines definierten Betriebstemperaturbereichs des Verbrennungsmotors 12 und insbesondere eines definierten Betriebstemperaturbereichs von zur Schmierung dieser Relativbewegungen genutztem Schmiermittel minimiert ist.

[0037] Konkret kann für einen Betrieb der Brennkraft-

maschine gemäß der Fig. 1 vorgesehen sein, dass unmittelbar nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine lediglich die zweite, mittels eines Elektromotors 54 angetriebene Kühlmittelpumpe 38 betrieben wird, wodurch Kühlmittel im Wesentlichen ausschließlich in dem Nebenkühlkreis gefördert wird, der die in die Nebenstrecke 26 integrierten Komponenten und weiterhin die erste Kühlmittelpumpe 22 und den Kühlmittelkanal 18 des Zylinderkopfs 14 umfasst. Eine Durchströmung auch des Kühlmittelkanals 20 des Zylindergehäuses 16 ist dabei infolge der noch geschlossenen ersten und zweiten Dehnstoff-Thermostatventile 32, 46 verhindert und die erste Kühlmittelpumpe 22 wird nicht betrieben beziehungsweise für diese wird eine möglichst geringe und insbesondere möglichst null betragen Förderleistung eingestellt. Durch das Fördern von Kühlmittel im Wesentlichen ausschließlich in dem Nebenkühlkreis kann insbesondere erreicht werden, dass Wärmeenergie, die das Kühlmittel beim Durchströmen des sich im Betrieb des Verbrennungsmotors 12 zuerst und relativ schnell erwärmenden Zylinderkopfs 14 aufgenommen hat, möglichst vollständig an insbesondere den Heizungswärmetauscher 40 übertragen werden kann, um ein möglichst schnelles Wirksamwerden einer den Heizungswärmetauscher 40 integrierenden Heizung für einen Innenraum des Kraftfahrzeugs 10 zu erreichen. Weiterhin kann dadurch in vorteilhafter Weise der AGR-Kühler 42 konditioniert werden, um Kondensatbildung in Abgas, das über eine den AGR-Kühler 42 integrierende Abgasrückführung (nicht dargestellt) strömt, zu vermeiden.

[0038] In einer zweiten Betriebsphase nach einem solchen Kaltstart der Brennkraftmaschine kann die erste Kühlmittelpumpe 22 in Betrieb genommen beziehungsweise ihre Förderleistung erhöht werden, um einen insgesamt höheren Volumenstrom des Kühlmittels in dem Kühlsystem zu realisieren. Dadurch kann insbesondere auch schon eine Überhitzung des Zylinderkopfs 14 vermieden sowie eine zunehmende Erwärmung weiterer in das Kühlsystem integrierter Komponenten angestrebt werden. Dabei wird Kühlmittel bereits schon in einem relevanten Maße innerhalb des Hauptkühlkreises gefördert, wobei mittels des weiteren Dehnstoff-Thermostatventils 50 das in dem Hauptkühlkreis geförderte Kühlmittel im Wesentlichen ausschließlich in den Bypass 30 zu dem Hauptkühler 28 geleitet wird, solange das zu diesem weiteren Dehnstoff-Thermostatventil 50 gelangende Kühlmittel eine Temperatur aufweist, die unterhalb einer Startregeltemperatur (z.B. 95°C) für dieses weitere Dehnstoff-Thermostatventil 50 liegt. Dadurch soll verhindert werden, dass Wärmeenergie, die insbesondere bei der Durchströmung des Kühlmittelkanals 18 des Zylinderkopfs 14 auf das Kühlmittel übertragen worden ist, bereits schon in dem Hauptkühler 28 an Umgebungsluft übertragen wird. Vielmehr soll diese Wärmeenergie weiterhin möglichst vollständig zur möglichst schnellen Erwärmung von in das Kühlsystem integrierten Komponenten genutzt werden.

[0039] Sobald das an dem weiteren Dehnstoff-Ther-

mostatventil 50 ankommende Kühlmittel eine oberhalb der dazugehörigen Startregeltemperatur liegende Temperatur aufweist, öffnet dieses weitere Dehnstoff-Thermostatventil 50 temperaturabhängig, wodurch ein zunehmender Anteil des ankommenden Kühlmittels über den Hauptkühler 28 geführt wird. Dadurch soll eine Überhitzung des Kühlmittels und der in das Kühlsystem integrierten Komponenten verhindert werden.

[0040] Bereits zuvor hat das zweite Dehnstoff-Thermostatventil 46 bereits infolge einer geringeren Startregeltemperatur (im Vergleich zu dem weiteren Dehnstoff-Thermostatventil 50) geöffnet, so dass ein Pilotstrom durch das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 vorliegt. Das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 öffnet dann, sobald dieser Pilotstrom des den Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 durchströmenden Kühlmittels die dazugehörige Startregeltemperatur (z.B. 105°C), die höher als diejenigen der beiden anderen Dehnstoff-Thermostatventile 46, 50 liegt, erreicht hat, um eine dann auch für das Zylindergehäuse 16 notwendige Kühlung zu gewährleisten.

[0041] Bei der Brennkraftmaschine gemäß der Fig. 1 ist noch ein Bypass 56 für sowohl das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 als auch das zweite Dehnstoff-Thermostatventil 46 vorgesehen. In diesen Bypass 56 ist ein Steuerventil 58 integriert, das von der Steuerungsvorrichtung 24 ansteuerbar ist und das in der geschlossenen Stellung eine Durchströmung des Bypasses 56 mittels des Kühlmittels verhindert und in der geschlossenen Stellung zulässt. Der Bypass 56, der stromauf des ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 aus der von dem Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 kommenden Kühlmittelleitung abgeht, kann beispielsweise gemäß der Fig. 1 stromab des zweiten Dehnstoff-Thermostatventils 46 in die dortige Kühlmittelleitung münden. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass dieser Bypass 56 in einen Abschnitt des Hauptkühlkreises mündet, der stromab des von der Nebenstrecke 26 umgangenen Abschnitts des Hauptkühlkreises und insbesondere unmittelbar stromauf der ersten Kühlmittelpumpe 22 gelegen ist. Diese alternativ oder gegebenenfalls auch kumulativ vorgesehenen Mündungsabschnitte des Bypasses 56 sind in der Fig. 1 mit gestrichelten Linienführungen dargestellt.

[0042] Der Bypass 56 für das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 und die dazugehörige Beeinflussungsvorrichtung 34 (zweites Dehnstoff-Thermostatventil 46) dient dazu, temporär eine Durchströmung des Kühlmittelkanals 20 des Zylindergehäuses 16 mit einem größeren Volumenstrom zu ermöglichen, als dies durch die temperaturabhängige Regelung mittels des ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 vorliegen würde. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn, bei noch relativ kaltem Kühlmittel, der Verbrennungsmotor 12 mit einer relativ hohen und insbesondere mit Vollast betrieben wird, was zu einer relativ starken lokalen Erwärmung des Zylindergehäuses 16 führen könnte, die durch eine verstärkte Kühlung kompensiert werden soll. Eine Volumen-

stromregelung ausschließlich mittels des ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 könnte in diesem Fall zu träge reagieren und dementsprechend nicht ausreichend sein.

[0043] Das Kühlsystem der in der Fig. 2 dargestellten Brennkraftmaschine unterscheidet sich von demjenigen gemäß der Fig. 1 im Wesentlichen darin, dass die Beeinflussungsvorrichtung 34, die dem ersten Dehnstoff-Thermostatventil 32 zugeordnet ist, ein Steuerventil 60 anstelle eines zweiten Dehnstoff-Thermostatventils 46 umfasst, das mittels der Steuerungsvorrichtung 24 (Motorsteuerung) ansteuerbar ist. Dieses Steuerventil 60 verhindert in der geschlossenen Stellung eine Durchströmung mittels des Kühlmittels und damit auch einen Pilotstrom durch das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32, während in der geöffneten Stellung eine solche Durchströmung im Wesentlichen nicht behindert wird. Befindet sich dieses Steuerventil 60 in der geöffneten Stellung, kann somit zumindest ein Pilotstrom und jeder durch das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 eingestellte Volumenstrom den Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 durchströmen.

[0044] Ein weiterer Unterschied zwischen den Kühlsystemen gemäß den Fig. 1 und 2 liegt in der Anordnung der Verteilvorrichtung 48 (weiteres Dehnstoff-Thermostatventil 50), mittels dessen eine Aufteilung des den Hauptkühlkreis durchströmenden Kühlmittels auf den Hauptkühler 28 und auf den dazugehörigen Bypass 30 erfolgt. Während bei dem Kühlsystem gemäß der Fig. 1 das weitere Dehnstoff-Thermostatventil 50 in dem Abzweig zwischen dem Bypass 30 und dem Hauptkühler 28 und folglich stromauf des Hauptkühlers 28 gelegen ist, ist bei dem Kühlsystem gemäß der Fig. 2 eine Anordnung in der Zusammenführung des Bypasses 28 und des Hauptkühlers 30 und folglich stromab des Hauptkühlers 28 vorgesehen. Diese unterschiedlichen Anordnungen für das weitere Dehnstoff-Thermostatventil 50 können unterschiedliche Startregeltemperaturen sinnvoll machen. Während diese für das weitere Dehnstoff-Thermostatventil 50 gemäß der Fig. 1 beispielsweise 95°C betragen kann, kann für das weitere Dehnstoff-Thermostatventil 50 des Kühlsystems gemäß der Fig. 2 beispielsweise eine Startregeltemperatur von 90°C vorgesehen sein. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, auch bei dem Kühlsystem gemäß der Fig. 2 eine Anordnung des weiteren Dehnstoff-Thermostatventils 50 gemäß der Fig. 1 und umgekehrt zu wählen.

[0045] Weiterhin ist bei dem Kühlsystem der Brennkraftmaschine gemäß der Fig. 2 kein Bypass für das dortige erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 und das dazugehörige Beaufschlagungselement 34 (Steuerventil 60) vorgesehen. Grundsätzlich kann jedoch auch in das Kühlsystem gemäß der Fig. 2 ein solcher Bypass 56, wie dieser für das Kühlsystem gemäß der Fig. 1 vorgesehen ist, integriert sein.

[0046] Das Kühlsystem der Brennkraftmaschine gemäß der Fig. 3 unterscheidet sich von denjenigen gemäß den Fig. 1 und 2 im Wesentlichen in der Ausgestaltung der dem ersten Dehnstoff-Thermostatventil 32 zugeord-

neten Beeinflussungsvorrichtung 34, die in diesem Fall in Form einer Heizvorrichtung 62 für das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 ausgebildet ist. Dabei ist zudem vorgesehen, dass das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 derart ausgebildet ist, dass dieses in der weitestmöglich beziehungsweise vollständig geschlossenen Stellung eine Durchströmung mittels des Kühlmittels vollständig unterbindet, so dass dann auch kein Pilotstrom möglich ist. Ein Pilotstrom durch das erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 und damit auch durch den Kühlmittelkanal 20 des Zylindergehäuses 16 liegt erst dann vor, wenn die Temperatur eines Dehnstoffelementes des ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 so hoch liegt, dass dieses ein Stück weit öffnet. Ein Erwärmen des Dehnstoffelement bis zu der Öffnungstemperatur wird, wenn anschließend eine selbsttätige Volumenstromregelung mittels des ersten Dehnstoff-Thermostatventils 32 vorgesehen ist, mittels der Heizvorrichtung 62 bewirkt.

[0047] Bei dem Kühlsystem der Brennkraftmaschine gemäß der Fig. 3 ist wieder eine Anordnung der Verteilvorrichtung 48 (weiteres Dehnstoff-Thermostatventil 50) entsprechend derjenigen des Kühlsystems gemäß der Fig. 1 vorgesehen. Alternativ kann jedoch auch eine Anordnung gemäß der Fig. 2 vorgesehen sein.

[0048] Weiterhin ist auch bei dem Kühlsystem der Brennkraftmaschine gemäß der Fig. 3 kein Bypass für das dortige erste Dehnstoff-Thermostatventil 32 und die dazugehörige Beeinflussungsvorrichtung 34 vorgesehen. Grundsätzlich kann ein solcher Bypass 56 gemäß der Fig. 1 jedoch auch bei dem Kühlsystem gemäß der Fig. 3 vorgesehen sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0049]

- 10 Kraftfahrzeug
- 12 Verbrennungsmotor
- 14 Zylinderkopf
- 16 Zylindergehäuse
- 18 Kühlmittelkanal des Zylinderkopfs
- 20 Kühlmittelkanal des Zylindergehäuses
- 22 erste Kühlmittelpumpe
- 24 Steuerungsvorrichtung
- 26 Nebenstrecke
- 28 Hauptkühler
- 30 Bypass für den Hauptkühler
- 32 erstes Dehnstoff-Thermostatventil
- 34 Beeinflussungsvorrichtung
- 36 Absperrventil Rückschlagventil
- 38 zweite Kühlmittelpumpe
- 40 Heizungswärmetauscher
- 42 AGR-Kühler
- 44 ATL-Kühler
- 46 zweites Dehnstoff-Thermostatventil
- 48 Verteilvorrichtung
- 50 weiteres Dehnstoff-Thermostatventil
- 52 Verbindungsleitung

- 54 Elektromotor
- 56 Bypass für das erste Dehnstoff-Thermostatventil
- 58 Steuerventil des Bypasses für das erste Dehnstoff-Thermostatventil
- 60 Steuerventil der Beeinflussungsvorrichtung 5
- 62 Heizvorrichtung
- 64 Einlass des Heizungswärmetauschers
- 66 Motorölkühler
- 68 Getriebeölkühler 10

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor (12), der einen Zylinderkopf (14) und ein Zylindergehäuse (16) aufweist, und mit einem Kühlsystem, das einen Kühlmittelkanal (18) des Zylinderkopfs (14) und einen Kühlmittelkanal (20) des Zylindergehäuses (16) umfasst, wobei der Kühlmittelkanal (20) des Zylindergehäuses (16) zumindest teilweise parallel zu dem Kühlmittelkanal (18) des Zylinderkopfs (14) in das Kühlsystem integriert ist und wobei eine Durchströmung des Kühlmittelkanals (20) des Zylindergehäuses (16) mittels eines (ersten) Dehnstoff-Thermostatventils (32) regelbar ist, dessen temperaturabhängige Volumenstromregelung einen Pilotstrom des Kühlmittels durch den Kühlmittelkanal (20) des Zylindergehäuses (16) erfordert, wobei dem (ersten) Dehnstoff-Thermostatventil (32) eine Beeinflussungsvorrichtung (34) zugeordnet ist, mittels der ein solcher Pilotstrom des Kühlmittels für das (erste) Dehnstoff-Thermostatventil (32) verhindert oder zugelassen werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beeinflussungsvorrichtung (34) eine Heizvorrichtung (62) für das (erste) Dehnstoff-Thermostatventil (32) und/oder dass die Beeinflussungsvorrichtung (34) ein zweites Dehnstoff-Thermostatventil (46) umfasst.
2. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beeinflussungsvorrichtung (34) ein Steuerventil (60) umfasst.
3. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Startregeltemperatur des zweiten Dehnstoff-Thermostatventils (46) unterhalb der Startregeltemperatur des ersten Dehnstoff-Thermostatventils (32) liegt.
4. Brennkraftmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Dehnstoff-Thermostatventil (46) über eine Verbindungsleitung (52), die aus der Kühlmittelleitung (18) des Zylinderkopfs (14) oder stromab davon abgeht, mittels eines Kühlmittelstroms beaufschlagbar ist.
5. Brennkraftmaschine gemäß einem der vorherigen

Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlsystem einen die Kühlmittelkanäle (18, 20) des Zylinderkopfs (14) und des Zylindergehäuses (16), eine (erste) Kühlmittelpumpe (22) und einen Hauptkühler (28) umfassenden Hauptkühlkreis sowie eine aus dem Hauptkühlkreis abgehende sowie in den Hauptkühlkreis mündende und damit einen Abschnitt des Hauptkühlkreises umgehende Nebenstrecke (26) zur Ausbildung eines Nebenkühlkreises aufweist.

6. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Nebenstrecke (26) ein Heizungswärmetauscher (40) und/oder ein AGR-Kühler (42) und/oder ein ATL-Kühler (44) und/oder eine zweite Kühlmittelpumpe (38) integriert ist.
7. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptkühlkreis einen Bypass (30) für den Hauptkühler (28) umfasst, wobei eine Verteilung einer Kühlmittelströmung auf einerseits den Hauptkühler (28) und andererseits auf den den Hauptkühler (28) umgehenden Bypass (30) mittels einer Verteilvorrichtung (48) steuerbar ist.
8. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilvorrichtung (48) ein weiteres Dehnstoff-Thermostatventil (50) umfasst.
9. Brennkraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den von der Nebenstrecke (26) umgangenen Abschnitt des Hauptkühlkreises ein Absperrventil (36) integriert ist.
10. Brennkraftmaschine gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das (erste) Dehnstoff-Thermostatventil (32) mittels eines Bypasses (56) umgehbar ist, wobei ein Volumenstrom des Kühlmittels über diesen Bypass (56) mittels eines Steuerventils (58) steuerbar ist.
11. Kraftfahrzeug (10) mit einer zur Erzeugung einer Fahrtriebsleistung vorgesehenen Brennkraftmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. A combustion engine having an engine (12) which has a cylinder head (14) and a cylinder housing (16), and with a cooling system that comprises a coolant channel (18) of the cylinder head (14) and a coolant channel (20) of the cylinder housing (16), wherein the coolant channel (20) of the cylinder housing (16) is integrated in the cooling system at least partially parallel to the cooling channel (18) of the cylinder

- head (14), and wherein a flow through the cooling channel (20) of the cylinder housing (16) can be regulated by means of a (first) expandable material thermostatic valve (32) whose temperature-dependent control of the volumetric flow requires a pilot flow of the coolant through the cooling channel (20) of the cylinder housing (16), wherein an influencing device (34) by means of which such a pilot flow of the coolant for the (first) expansion material thermostatic valve (32) can be blocked or released is associated with said (first) expansion material thermostatic valve (32), **characterized in that** the influencing device (34) comprises a heating device (62) for the (first) expansion material thermostatic valve (32), and/or **in that** the influencing device (34) comprises a second expansion material thermostatic valve (46).
2. The combustion engine according to claim 1, **characterized in that** influencing device (34) comprises a control valve (60).
 3. The combustion engine according to claim 1 or 2, **characterized in that** the starting control temperature of the second expansion material thermostatic valve (46) is below the starting control temperature of the first expansion thermostatic valve (32).
 4. The combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the second expansion material thermostatic valve (46) can be charged by means of a coolant flow via a connecting line (52) which exits from the coolant line (18) of the cylinder head (14) or downstream therefrom.
 5. The combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling system has a main cooling circuit comprising the coolant channels (18, 20) of the cylinder head (14) and of the cylinder housing (16), a (first) coolant pump (22), and a main cooler (28), as well as a secondary line (26) which exits from the main cooling circuit and opens into the main cooling circuit, and therefore bypasses a segment of the main cooling circuit to form a secondary cooling circuit.
 6. The combustion engine according to claim 5, **characterized in that** a heating heat exchanger (40), and/or an EGR cooler (42), and/or an EGT cooler (44), and/or a second coolant pump (38) are integrated into the secondary line (26).
 7. The combustion engine according to claim 5 or 6, **characterized in that** the main cooling circuit comprises a bypass (30) for the main cooler (28), wherein a distribution of a coolant flow to the main cooler (28) on the one hand and, on the other hand, to the bypass (30) bypassing the main cooler (28) can be controlled by means of a distributing device (48).
 8. The combustion engine according to claim 7, **characterized in that** the distributing device (48) comprises an additional expansion material thermostatic valve (50).
 9. The combustion engine according to one of claims 5 to 8, **characterized in that** a shut-off valve (36) is integrated into the segment of the main cooling circuit which is bypassed by the secondary line (26).
 10. The combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the (first) expansion material thermostatic valve (32) can be bypassed by means of a bypass (56), wherein a volumetric flow of the coolant via this bypass (56) can be controlled by means of a control valve (58).
 11. A motor vehicle (10) having a combustion engine provided for generating a driving power, according to one of the preceding claims.

Revendications

1. Moteur à combustion interne doté d'un moteur à combustion (12), qui comporte une culasse (14) et un boîtier de cylindre (16), et d'un système de refroidissement, qui comprend un conduit de liquide de refroidissement (18) de la culasse (14) et un conduit de liquide de refroidissement (20) du boîtier de cylindre (16), le conduit de liquide de refroidissement (20) du logement de cylindre (16) étant intégré au moins en partie dans le système de refroidissement parallèlement au conduit de liquide de refroidissement (18) de la culasse (14) et un écoulement dans le conduit de liquide de refroidissement (20) du boîtier de cylindre (16) pouvant être réglé au moyen d'une (première) vanne thermostatique à matière expansible (32), dont la régulation du débit volumétrique en fonction de la température requiert un flux pilote du liquide de refroidissement par le conduit de liquide de refroidissement (20) du boîtier de cylindre (16), un dispositif d'intervention (34) étant associé à la (première) vanne thermostatique à matière expansible (32), au moyen duquel un tel flux pilote du liquide de refroidissement peut être empêché ou autorisé pour la (première) vanne thermostatique à matière expansible (32), **caractérisé en ce que** le dispositif d'intervention (34) comprend un dispositif de chauffage (62) pour la (première) vanne thermostatique à matière expansible (32) et/ou **en ce que** le dispositif d'intervention (34) comprend une seconde vanne thermostatique à matière expansible (46).
2. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif d'intervention (34) comprend une vanne de commande (60).

3. Moteur à combustion interne selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la température de démarrage de régulation de la seconde vanne thermostatique à matière expansible (46) est inférieure à la température de démarrage de régulation de la première vanne thermostatique à matière expansible (32). 5
4. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la seconde vanne thermostatique à matière expansible (46) peut être soumise à l'action d'un flux de liquide de refroidissement par le biais d'une ligne de liaison (52), qui part de la ligne de liquide de refroidissement (18) de la culasse (14) ou d'un point en aval de celle-ci. 10
5. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système de refroidissement comporte un circuit de refroidissement principal comprenant les conduits de liquide de refroidissement (18, 20) de la culasse (14) et du boîtier de cylindre (16), une (première) pompe à liquide de refroidissement (22) et un radiateur principal (28), ainsi qu'une voie secondaire (26) partant du circuit de refroidissement principal et débouchant dans le circuit de refroidissement principal et contournant ainsi une partie du circuit de refroidissement principal pour former un circuit de refroidissement secondaire. 20 25 30
6. Moteur à combustion interne selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'un** radiateur de chauffage (40) et/ou un refroidisseur de recirculation des gaz d'échappement (42) et/ou un refroidisseur de turbo-compresseur (44) et/ou une seconde pompe à liquide de refroidissement (38) est/sont intégré(e)(s) dans la voie secondaire (26). 35
7. Moteur à combustion interne selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement principal comprend une dérivation (30) pour le radiateur principal (28), une distribution d'un écoulement de liquide de refroidissement entre d'une part le radiateur principal (28) et d'autre part la dérivation (30) contournant le radiateur principal (28) pouvant être commandée au moyen d'un dispositif de distribution (48). 40 45
8. Moteur à combustion interne selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de distribution (48) comprend une autre vanne thermostatique à matière expansible (50). 50
9. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce qu'une** soupape d'arrêt (36) est intégrée dans la partie du circuit de refroidissement principal contournée par la voie secondaire (26). 55
10. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la (première) vanne thermostatique à matière expansible (32) peut être contournée au moyen d'une dérivation (56), un débit volumétrique du liquide de refroidissement pouvant être commandé au moyen d'une vanne de commande (58) par le biais de cette dérivation (56).
11. Véhicule à moteur (10) doté d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, prévu pour générer une puissance motrice.

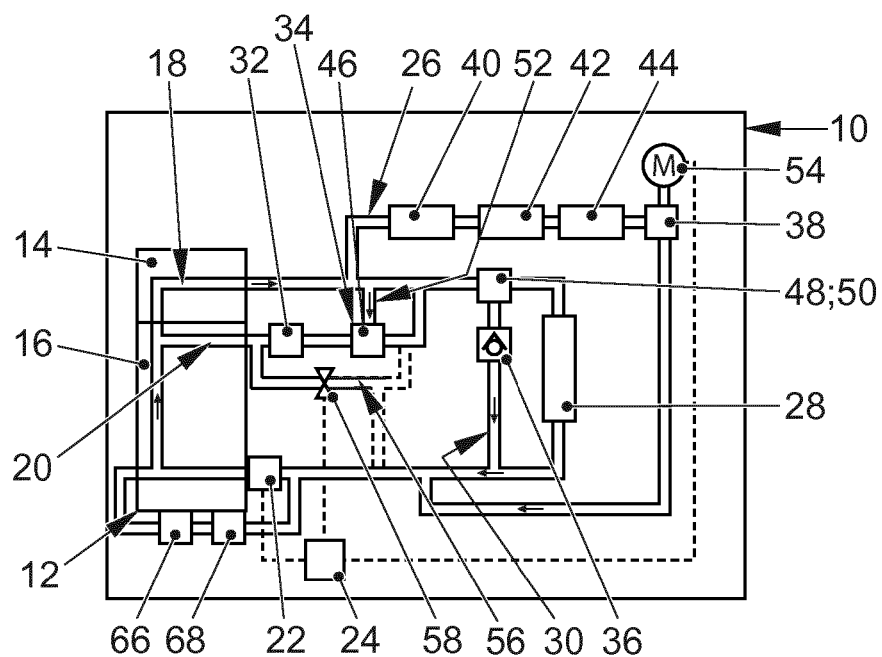


FIG. 1

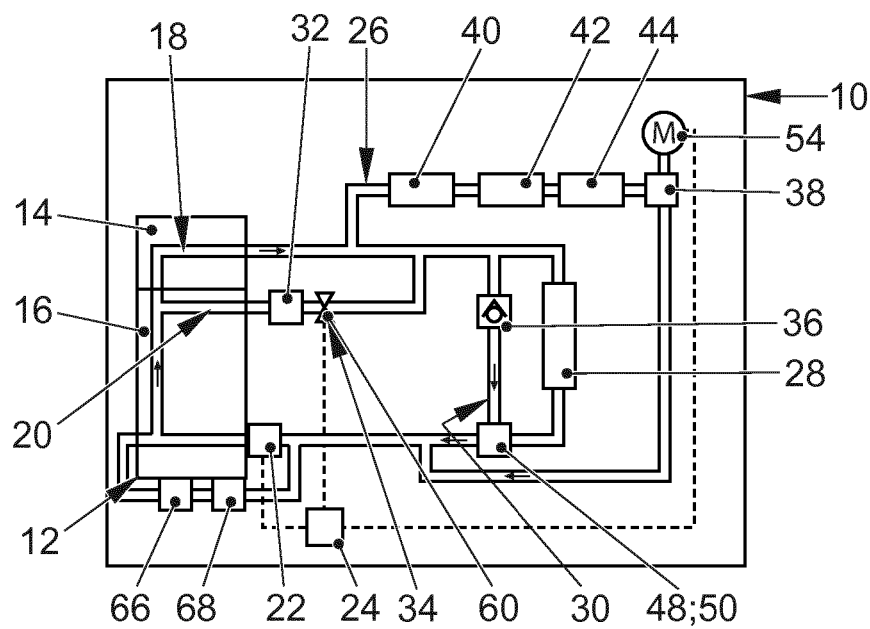


FIG. 2

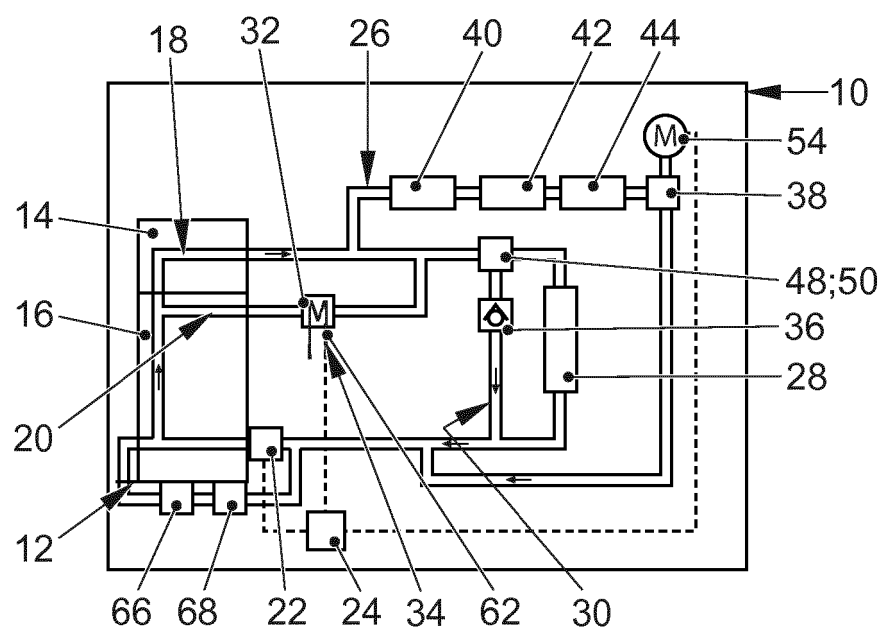


FIG. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10342935 A1 [0003]
- DE 102014219252 A1 [0004]
- DE 102008004161 A1 [0005]
- DE 102014206480 A1 [0008]
- WO 2013178797 A1 [0009]