

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Februar 2005 (10.02.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/012704 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01P 7/16**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/007771

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juli 2004 (14.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 32 947.1 19. Juli 2003 (19.07.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplerstrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PFEFFINGER, Har-
ald** [DE/DE]; Moerikestrasse 7, 75233 Tiefenbronn (DE).

SASS, Heiko [DE/DE]; Rosenstrasse 35, 71732 Tamm
(DE).

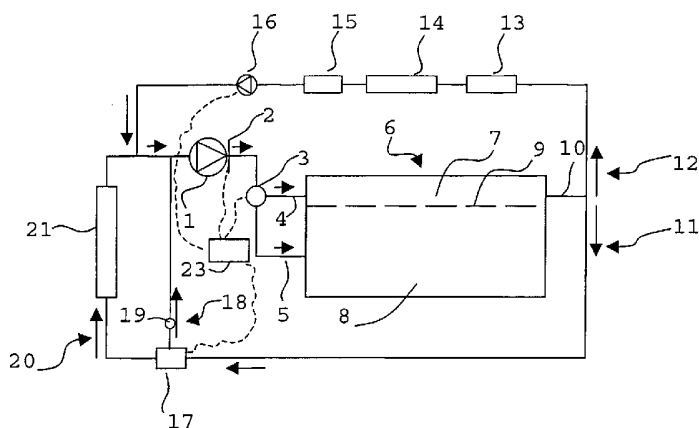
(74) Anwälte: **KOLB, Georg** usw.; DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion for a motor vehicle consisting of a cylinder head (7) which comprises cooling agent supply (4) and a return (10) connections, a crankcase (8) provided with a cooling agent supply connection (5) thereof and the common with cylinder head cooling agent return connection (10), and/or with a return connection of a cooling agent main pump (1) which is associated with the crankcase (8) and provided with an intake side connected to the cooling agent return connection and with a pressure side connected to a first control unit (3) which conveys said cooling agent to the cooling agent supply connection (4) of the cylinder head and/or to the cooling agent supply connection (5) of the crankcase according to the temperature of the cooling agent. The method of operation of said internal combustion engine is also disclosed. The internal combustion engine also comprised the cooling agent main pump (1) which is embodied in such a way that it is connectable and disconnectable. The method of operation provides for the complete interruption of the cooling agent flow or for the recirculation thereof in the cylinder head (7) and/or the crankcase (8) according to the operational mode of the internal combustion engine. Said invention can be used for vehicles, in particular for motor vehicles.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Brennkraftmaschine und Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine. Es wird eine Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, mit einem Zylinderkopf (7), der einen Kühlmittelzulaufanschluss (4) und einen Rücklaufanschluss (10) aufweist, einem Kurbelgehäuse (8) mit einem Kühlmittelzulaufanschluss (5) und einem mit dem Zylinderkopf (7) gemeinsamen Kühlmittelrücklaufanschluss (10) und/oder einem dem Kurbelgehäuse (8) zugeordneten Rücklaufanschluss, einer Hauptkühlmittelpumpe (1), dessen Saugseite mit einem Kühlmittelrücklaufanschluss verbunden ist und dessen Druckseite mit einer ersten Steuereinheit (3) verbunden ist, die in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur Kühlmittel dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfes (4) und/oder dem Zulaufanschluss des Kurbelgehäuses (5) zuführt sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Brennkraftmaschine. Erfindungsgemäß ist bei der Brennkraftmaschine die Hauptkühlmittelpumpe (1) zu- und abschaltbar, für das Verfahren ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (6) der Kühlmittelfluss vollständig unterbunden wird oder Kühlmittel in dem Zylinderkopf (7) und/oder dem Kurbelgehäuse (8) umgewälzt wird. Anwendung in Kraftfahrzeugen, insbesondere Personenkraftwagen.

DaimlerChrysler AG

Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, und zum anderen ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 13.

Aus der Offenlegungsschrift DE 28 41 555 A1 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, die für ein Kurbelgehäuse und einen Zylinderkopf jeweils einen Kühlwasserzulauf aufweist. Eine Pumpe fördert Kühlmittel zu einem temperaturgesteuerten Ventil. Das Ventil speist je nach Ausführungsform Kühlmittel in den Zylinderkopf und/oder das Kurbelgehäuse ein. Damit ist eine ständige Durchströmung des Zylinderkopfes und eine Durchströmung des Kurbelgehäuses erst nach dem Erreichen der Betriebstemperatur darstellbar. Die vor dem Erreichen der Betriebstemperatur nicht umgewälzte Kühlflüssigkeit im Kurbelgehäuse kann sich sehr schnell erwärmen, wodurch die nach einem Kaltstart auftretende Reibungsverluste rasch zurückgehen. Die über den Zylinderkopf strömende Kühlflüssigkeitsmenge erwärmt sich durch die Wärmeentwicklung der im Zylinderkopf stattfindenden Verbrennung sehr schnell, so dass die Verbrennungsmaschine durch die vorgeschlagene Kühlmittelzuführung nach kurzer Zeit die Betriebstemperatur erreicht.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Aufwärmzeit einer Brennkraftmaschine nach einem Kaltstart weiter zu verkürzen um damit Verbrauch und Abgasemissionen zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird durch eine Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine zeichnet sich durch eine zu- und abschaltbare Hauptkühlmittelpumpe aus. Um in einer Aufwärmphase eine schnelle Brennraumerwärmung sicherzustellen, findet in der Brennkraftmaschine keine Umwälzung des Kühlmittels statt, d.h. das Kühlmittel im Kurbelgehäuse und im Zylinderkopf steht. Das Pumpenrad der Hauptkühlmittelpumpe ist nicht angetrieben. Das Motoröl ist schnell erwärmt, wodurch dessen Viskosität sinkt und die Kolbenreibung reduziert ist.

In Ausgestaltung der Erfindung ist die Hauptkühlmittelpumpe mechanisch angetrieben und über eine Kupplung abschaltbar. Es ist eine Hauptkühlmittelpumpe, die in Wirkverbindung mit der Kurbelwelle steht und über diese angetrieben ist, vorgesehen. Der Antrieb erfolgt über einen Riementrieb oder formschlüssige Elemente wie z.B. Zahnräder. Um den Kühlmittelfluss in der Aufwärmphase der Brennkraftmaschine zu unterbinden, ist die Hauptkühlmittelpumpe abschaltbar. Die Abschaltung erfolgt über eine Kupplung, die als Magnetkupplung, Viskokupplung oder eine Kupplung, die einen Reib- oder Formschluss aufhebt, ausgeführt sein kann.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Hauptkühlmittelpumpe elektrisch angetrieben und die Drehzahl ist über eine Steuervorrichtung steuerbar. Je nach Kühlbedarf der Brennkraftmaschine ist die Hauptkühlmittelpumpe vollständig abschaltbar oder in der Drehzahl steuerbar und/oder getaktet an- und abschaltbar.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung schaltet eine erste Steuereinheit in Abhängigkeit von mindestens einem der Parameter wie Kühlmitteltemperatur, Kühlmitteldruck, Brennraumtemperatur, Abgastemperatur, Abgaswerte,

Bauteiltemperatur, Öltemperatur, Passagierraumtemperatur oder Außentemperatur. Je nach Betriebszustand der Brennkraftmaschine speist die erste Steuereinheit Kühlmittel in einen Zylinderkopf und/oder in ein Kurbelgehäuse. Die erste Steuereinheit ist als be- oder unbeheiztes Thermostatventil, elektrisch angesteuertes Klappenventil, Magnetventil oder als elektrisch angesteuerter Drehschieber ausführbar. Die Betätigung eines elektrisch ansteuerbaren Ventils erfolgt über ein Steuergerät. Das Steuergerät verarbeitet die von Sensoren erfassten oben genannten Temperatur-, Abgas- und Druckwerte und errechnet, wann die Schaltung der ersten Steuereinheit im Hinblick auf Emissions- und Verbrauchswerte erfolgt. Die druckabhängige Steuerung des Durchflusses durch das Kurbelgehäuse und/oder den Zylinderkopfs ist darüber hinaus mit einem Druckventil realisierbar. Das Druckventil kann allein oder in Kombination mit den vorher genannten Ventilen eingesetzt sein.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist im Zylinderkopf zwischen Ein- und Auslassventil ein Stegsensor zur Erfassung der Brennraumtemperatur angeordnet. Die Brennraumtemperatur beeinflusst entscheidend die Abgaswerte der Brennkraftmaschine. Je nach Brennraumtemperatur speist die erste Steuereinheit Kühlmittel in den Zylinderkopf und/oder in das Kurbelgehäuse. Der Stegsensor ist in dem Steg zwischen einem Ein- und Auslassventil angeordnet.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung leitet eine zweite Steuereinheit, die mit einer Kühlmittelrücklaufleitung der Brennkraftmaschine verbunden ist, temperaturabhängig das Kühlmittel entweder in einem großen Kreislauf über einen Luft-Flüssigkeitskühler oder in einem kleinen Kreislauf unter Umgehung des Luft-Flüssigkeitskühlers zum Ansaugkanal der Hauptkühlmittelpumpe zurück, desweiteren ist eine Heizkreisleitung vorgesehen, durch die ein aus einer Kühlmittelrücklaufleitung der Brennkraftmaschine abgezwigter Teilstrom unter Umgehung der zweiten Steuereinheit zur

Hauptkühlmittelpumpe zurückfließt und in der eine elektrische Zusatzkühlmittelpumpe angeordnet ist.

In Abhängigkeit des erforderlichen Kühlmittelstroms ist die elektrische Zusatzkühlmittelpumpe ergänzend zur Hauptkühlmittelpumpe oder ersatzweise zur abgeschalteten Hauptkühlmittelpumpe eingesetzt. Die Zusatzkühlmittelpumpe ist in der Drehzahl steuerbar und/oder getaktet an- und abschaltbar, damit ist ein dem Bedarf entsprechender Kühlmittelfluss einstellbar.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen der zweiten Steuereinheit und der Hauptkühlmittelpumpe ein Differenzdruckventil angeordnet. Das Differenzdruckventil öffnet ab einem bestimmten Druck und gibt eine Leitung zur Hauptkühlmittelpumpe frei. Unterhalb dieses Druckes z.B. bei niederen Motordrehzahlen fließt damit kein Kühlmittel durch den kleinen Kühlkreislauf, d.h. das Kühlmittel fließt vorzugsweise über den Heizkreislauf zurück zur Kühlmittelpumpe. Soll bei niederen Temperaturen die Kühlmittelumwälzung ausschließlich über die Zusatzkühlmittelpumpe erfolgen, so verhindert das Differenzdruckventil den Rückfluss des Kühlmittels zur zweiten Steuereinheit und die damit verbundene Rückströmung des Kühlmittels zum Ansaugkanal der Zusatzkühlmittelpumpe unter Umgehung des Zylinderkopfes und/oder des Kurbelgehäuses. Das Differenzdruckventil umfasst damit zwei Funktionen, Vorrangschaltung für den Heizkreislauf und Rückflusssperre. Soll auf die Funktion Vorrangschaltung für den Heizkreislauf verzichtet werden, so ist an dieser Stelle selbstverständlich ein einfaches Rückschlagventil einsetzbar.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist in der Heizkreisleitung ein Wärmetauscher für Abgasrückführung, Passagierheizung und/oder Motoröl angeordnet. Einerseits durchströmt das rückgeführte Abgas den Wärmetauscher für die Abgasrückführung, andererseits ist der Wärmetauscher von Kühlmittel durchströmt, wodurch das Abgas gekühlt ist, bevor es in den Brennraum strömt. Die Kühlung des rückgeführten Abgases

reduziert den Stickoxidanteil der Emissionen der Brennkraftmaschine. Der Wärmetauscher für die Passagierheizung ist einerseits mit Kühlmittel andererseits mit Luft durchströmt, die sich im Wärmetauscher erwärmt und dadurch den Innenraum beheizt. Die Regulierung der Heizleistung erfolgt entweder durch Steuerung des Kühlmittelstroms oder des Luftstromes durch den Wärmetauscher. Zur Kühlung des Motoröls, ist ebenfalls ein Wärmetauscher vorgesehen, der einerseits mit Motoröl und andererseits mit Kühlmittel durchströmt ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Wärmetauscher für den Passagierraum in der Heizkreisleitung angeordnet und die Wärmetauscher für die Abgasrückführung und das Motoröl sind in einer Kühlmittelleitung, die nach der Hauptkühlmittelpumpe und vor dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfs abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine austretende Rücklaufleitung mündet, angeordnet. In dieser Anordnung sind bei durchströmten Luft-Flüssigkeitskühler die Wärmetauscher für die Abgasrückführung und das Motoröl mit gekühltem Motoreintrittswasser versorgt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Wärmetauscher für den Passagierraum und für das Motoröl in der Heizkreisleitung angeordnet und der Wärmetauscher für die Abgasrückführung in einer Kühlmittelleitung, die nach der Kühlmittelpumpe und vor dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfs abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine austretende Rücklaufleitung mündet, angeordnet. Die Anordnung des Wärmetauschers für die Passagierheizung vor dem Motorölwärmetauscher ist vorteilhaft, da zuerst der Passagierraum mit Wärme versorgt ist und weniger Wärme an das Motoröl übergeht. Der Wärmetauscher für die Abgasrückführung ist bei durchströmten Luft-Flüssigkeitskühler mit gekühltem Motoreintrittswasser versorgt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Wärmetauscher für den Passagierraum in der Heizkreisleitung angeordnet, der

Wärmetauscher für die Abgasrückführung in einer Kühlmittelleitung, die nach der Kühlmittelpumpe und vor dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfs abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine austretende Rücklaufleitung mündet, angeordnet und der Wärmetauscher für das Motoröl in einer Kühlmittelleitung, die nach der ersten Steuereinheit und vor dem Zulaufanschluss des Kurbelgehäuses abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine austretende Rücklaufleitung mündet, angeordnet. Über die erste Steuereinheit ist durch oben genannte Anordnung der Kühlmitteldurchfluss durch das Kurbelgehäuse und den Motorölwärmetauscher abschaltbar, der Abgasrückführkühler ist bei durchströmten Luft-Flüssigkeitskühler mit gekühltem Motoreintrittswasser versorgt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist ein Getriebeölkühler vorgesehen, dessen Zulauf mit einer Rücklaufleitung des Luft-Flüssigkeitskühler und eine Rücklaufleitung des Heizkreislaufts verbunden ist und dessen Ablauf mit der Saugseite der Hauptkühlmittelpumpe verbunden ist. Das Getriebeöl durchströmt den Getriebeölkühler und ist durch den Kühlmittelrücklaufstrom des Luft-Flüssigkeitskühler und/oder des Rücklaufstromes aus der Heizkreisleitung gekühlt oder erwärmt. Bei kalter Brennkraftmaschine fließt das Kühlmittel nicht durch den Luft-Flüssigkeitskühler. Damit ist der Getriebeölkühler ausschließlich mit warmem Kühlmittel aus dem Heizkreislauf durchströmt, das zur Erwärmung des Getriebeöls beiträgt. Hat die Brennkraftmaschine Betriebstemperatur erreicht, so fließt neben dem Rücklaufstrom aus dem Heizkreislauf Kühlmittel zur Kühlung des Getriebeöls aus dem Luft-Flüssigkeitskühler in den Getriebeölwärmetauscher. Das Kühlmittel ist auf der Kaltseite oder aus einem Niedertemperaturbereich des Luft-Flüssigkeitskühlers zu entnehmen.

- Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß die Hauptkühlmittelpumpe (1) abgeschaltet wird, sofern die Brennkraftmaschine keine Kühlung erfordert und

die Hauptkühlmittelpumpe (1) zugeschaltet und Kühlmittel in dem Zylinderkopf (7) und/oder dem Kurbelgehäuse (8) umgewälzt wird, sofern Kühlung erforderlich ist. Durch die Abschaltung der Kühlmittelumwälzung erwärmt sich die Brennkraftmaschine sehr schnell. Bei weiterer Erwärmung der Brennkraftmaschine wälzt die Haupt- und/oder Zusatzkühlmittelpumpe das Kühlmittel um, die erste Steuereinheit führt das Kühlmittel nur dem Zylinderkopf zu, so dass sich das Öl im Kurbelgehäuse weiterhin erwärmen kann und die Reibungsverluste vermindert werden. Bei Erreichen der Betriebsöltemperatur wird über die erste Steuereinheit das Kühlmittel neben dem Zylinderkopf auch dem Kurbelgehäuse zugeführt.

In Ausgestaltung der Erfindung wird bei dem Verfahren zur Erhöhung des Kühlmitteldurchflusses eine elektrische Zusatzkühlmittelpumpe eingesetzt. Die mechanisch angetriebene Hauptkühlmittelpumpe fördert bei niederen Motordrehzahlen sehr wenig Kühlmittel. Von Nachteil ist, dass bei niedrigen Außentemperaturen über den Wärmetauscher für den Passagierraum aufgrund des niedrigen Kühlmitteldurchflusses nur sehr wenig Wärme zur Aufheizung des Passagierraumes entnommen werden kann. Für diesen Fall wird bedarfsabhängig zur Erhöhung des Kühlmitteldurchflusses die elektrische Zusatzkühlmittelpumpe zugeschaltet.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird bei dem Verfahren die Hauptkühlmittelpumpe abgeschaltet und das Kühlmittel durch die elektrische Zusatzkühlmittelpumpe umgewälzt. In einem Betriebszustand in dem für die Brennkraftmaschine keine oder wenig Kühlung erforderlich ist, ist die Hauptkühlmittelpumpe abgeschaltet. Eine zugeschaltete elektrische Zusatzkühlmittelpumpe übernimmt die Umwälzung des Kühlmittels durch den Wärmetauscher für den Passagierraum zur Aufrechterhaltung der Passagierraumbeheizung.

Die Drehzahl der elektrischen Zusatzkühlmittelpumpe wird so gesteuert, dass der für den Heizbedarf des Passagierraums bzw.

den Kühlbedarf der Brennkraftmaschine erforderliche Kühlmitteldurchfluss zur Verfügung steht.

Weitere Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der Beschreibung sowie den Zeichnungen. Konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine erste Ausführungsform des Kühlmittelkreislaufs der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform des Kühlmittelkreislaufs der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform des Kühlmittelkreislaufs der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,

Fig. 4 eine vierte Ausführungsform des Kühlmittelkreislaufs der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine.

Gleiche Bauteile in den Figuren 1 bis 4 sind im folgenden mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Die schematische Darstellung der Fig.1 zeigt eine Brennkraftmaschine 6, die mit einem Kühlkreislauf versehen ist. Die Strömungsrichtung von einem Kühlmittel in dem Kühlkreislauf ist an verschiedenen Stellen jeweils durch einen Pfeil angedeutet. Das im Kühlkreislauf zirkulierende Kühlmittel fließt ausgehend von der Hauptkühlmittelpumpe 1 durch die im folgenden beschriebenen Baugruppen.

Die Hauptkühlmittelpumpe 1, die in Wirkverbindung mit einer nicht gezeigten Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 6 steht, wälzt die Kühlflüssigkeit im Kühlkreislauf um. In gezeigter

Ausführungsform ist die Hauptkühlmittelpumpe 1 mechanisch abkoppelbar. Der Antrieb der Hauptkühlmittelpumpe 1 erfolgt über einen Riemen, d.h. einen Keil- oder Zahnriemen oder über Zahnräder.

Durch Betätigen einer Kupplung 2, ist die Hauptkühlmittelpumpe vom Antrieb trennbar. Die Kupplung 2 ist elektrisch ansteuerbar und kann zum Beispiel über eine Magnetkupplung zu oder abgeschaltet sein.

In einer modifizierten, nicht gezeigten Ausführungsform ist die Hauptkühlmittelpumpe 1 als elektrische Pumpe ausgeführt. Die Drehzahl ist von Null bis zur Maximaldrehzahl regelbar, d.h. in dieser Ausführungsform ist zur Abschaltung der Hauptkühlmittelpumpe 1 keine mechanisch Kupplung 2 erforderlich. Desweiteren ist die elektrische Hauptkühlmittelpumpe 1 motordrehzahlunabhängig ansteuerbar. Die Pumpe lässt sich so ansteuern, dass diese genau den erforderlichen Bedarf an Kühlmittel liefert.

Von der Hauptkühlmittelpumpe 1 fließt das Kühlmittel zu einer ersten Steuereinheit 3. Die erste Steuereinheit 3 ist mit zwei Zulaufanschlüssen einer Brennkraftmaschine verbunden. Der erste Zulaufanschluss 4 leitet das Kühlmittel in einen Zylinderkopf 7 und der zweite Zulaufanschluss 5 in ein Kurbelgehäuse 8. Je nach Betriebszustand führt die erste Steuereinheit 3 das Kühlmittel dem Zylinderkopf 7 und/oder dem Kurbelgehäuse 8 zu. Die erste Steuereinheit 3 ist als elektrisch angesteuertes Ventil ausgeführt.

Die Brennkraftmaschine 6 erzeugt durch Verbrennung eines Gas-Luftgemisches neben mechanisch nutzbarer Energie einen hohen Anteil an überschüssiger Wärmeenergie. Um die Brennkraftmaschine 6 nicht zu überhitzen, nimmt ein das die Brennkraftmaschine 6 durchströmendes Kühlmittel die überschüssige Wärme auf und gibt dies über einen Luft-Flüssigkeitskühler 21 an die Umgebung ab. In gezeigter

Ausführungsform findet über eine Zylinderkopfdichtung 9 ein Kühlmittelaustausch zwischen Kurbelgehäuse 8 und Zylinderkopf 7 statt. Gibt die erste Steuereinheit 3 nur den Zulauf für das Kurbelgehäuse 8 frei, so fließt das Kühlmittel in das Kurbelgehäuse 8, dann über die Zylinderkopfdichtung 9 in den Zylinderkopf 7 und über eine Rücklauföffnung 10 am Zylinderkopf 7 aus der Brennkraftmaschine 6. Gibt die erste Steuereinheit 3 nur den Zulauf in den Zylinderkopf 7 frei, so fließt das Kühlmittel durch den Zylinderkopf 7 zu der Rücklauföffnung 10. Gibt die erste Steuereinheit 3 den Zulauf für den Zylinderkopf 7 und das Kurbelgehäuse 8 frei, so fließt ein Teil des Kühlmittels über das Kurbelgehäuse 8 und den Zylinderkopf 7 zur Rücklauföffnung 10 und der andere Teil durch den Zylinderkopf 7 zur Rücklauföffnung 10.

In einer modifizierten, nicht dargestellten Ausführungsform weist die Brennkraftmaschine 6 völlig getrennte Kühlkreisläufe im Kurbelgehäuse 8 und im Zylinderkopf 7 auf, d.h. über die Zylinderkopfdichtung 9 findet kein Kühlmittelaustausch statt. Kurbelgehäuse 8 und Zylinderkopf 7 weisen dann jeweils eine Rücklauföffnung für das Kühlmittel auf. Das aus den zwei Rücklauföffnungen ausströmende Kühlmittel sammelt sich in einer gemeinsamen, weiterführenden Leitung.

Der aus der Brennkraftmaschine austretende Kühlmittelstrom strömt teilweise in einen Heizkreislauf 12 und teilweise in einen Kühlkreislauf 11.

Der Heizkreislauf 12 ist in folgendem Abschnitt beschrieben. In Fig. 1 ist ein Abgasrückführungskühler 13 im Heizkreislauf stromabwärts nach der Brennkraftmaschine angeordnet. Abgasrückführungskühler 13 finden in Dieselmotoren Anwendung. Durch die Kühlung des der Verbrennung erneut zugeführten Abgases verringert sich die Verbrennungstemperatur und damit der NO_x-Gehalt des Abgases. In dem Abgasrückführungskühler 13

übertragen die mit hoher Temperatur durchströmende Abgase Wärmeenergie auf das Kühlmittel.

Desweiteren ist stromabwärts im Heizkreislauf ein Wärmetauscher angeordnet, der zum Beheizen eines Passagierraumes dient. Bei Anforderung einer Passagierraumbeheizung entzieht der Wärmetauscher für den Passagierraum 14 dem Kühlmittel Wärmeenergie und führt diese dem Passagierraum zu.

Ein Schmieröl nimmt ein Teil der Verlustwärme der Brennkraftmaschine 6 auf. Bei stärkeren Motorisierungen reicht zur Einhaltung der maximal zulässigen Schmieröltemperatur die Kühlung über eine Ölwanne nicht mehr aus, so dass ein Motoröl/Kühlmittel Wärmetauscher, im weiteren genannt Motorölkühler 15, zum Einsatz kommt, der dem Schmieröl Wärme entzieht und diese dem Kühlmittel zuführt. Der Motorölkühler 15 ist in Fig.1 stromabwärts nach dem Wärmetauscher für den Passagierraum 14 angeordnet.

Eine Zusatzkühlmittelpumpe 16 ist in Strömungsrichtung nach dem Motorölkühler 15 platziert. Diese ist elektrisch betrieben und in Abhängigkeit des Betriebszustandes zuschaltbar. Der Einsatz einer Zusatzkühlmittelpumpe 16 ist vorzugsweise in Kombination mit einer mechanischen, motordrehzahlabhängigen, nicht steuerbaren Hauptkühlmittelpumpe 1 vorzusehen. Über die Zusatzkühlmittelpumpe 16 ist die Kühlmittelumwälzung entsprechend dem Kühlungsbedarf der Brennkraftmaschine 6 steuerbar.

Ein Teil des aus der Brennkraftmaschine 6 austretenden Kühlmittels fließt in einen kleinen Kühlkreislauf 18 bzw. in einen großen Kühlkreislauf 20, die im Folgenden beschrieben sind. Von der Rücklauföffnung 10 der Brennkraftmaschine 6 fließt das Kühlmittel zu einer zweiten Steuereinheit 17. Die zweite Steuereinheit 17 leitet in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur das Kühlmittel in einem großen Kühlkreislauf 20 über einen Luft- Flüssigkeitskühler 21 oder

über einen kleinen Kühlkreislauf 18 unter Umgehung des Luft-Flüssigkeitskühler 21 zur Ansaugseite der Hauptkühlmittelpumpe 1 zurück. Die zweite Steuereinheit 17 kann ein Dehnstoffelement aufweisen, das ab einer bestimmten Kühlmitteltemperatur vom kleinen Kühlkreislauf 18 auf den großen Kühlkreislauf 20 umschaltet. Alternativ kann die zweite Steuereinheit 17 auch beheizbar oder als elektrisch angesteuertes Mischventil ausgeführt sein.

In dem kleinen Kühlkreislauf 18 ist zwischen der zweiten Steuereinheit 17 und der Ansaugseite der Hauptkühlmittelpumpe 1 ein Differenzdruckventil 19 angeordnet. Ist bei niederen Kühlmitteltemperaturen der Druck stromabwärts nach der zweiten Steuereinheit 17 klein, so sperrt das Differenzdruckventil 19 den Durchfluss. Ab einem bestimmten Mindestdruck öffnet das Differenzdruckventil 19 und gibt den Durchfluss in Strömungsrichtung frei. Entgegen der in Fig. 1 eingezeichneten Strömungsrichtung sperrt das Differenzdruckventil den Durchfluss.

Ein Steuergerät 23 verarbeitet die von nicht gezeigten Sensoren erfassten Werte über Druck, Temperatur, Abgas etc., bestimmt daraus die optimalen Betriebsbedingungen und Schaltstellungen der ersten Steuereinheit 3, der zweiten Steuereinheit 17, sofern elektrisch ansteuerbar, der Kupplung 2 der Hauptkühlmittelpumpe 1 und die Drehzahl der Zusatzkühlmittelpumpe 16 und steuert diese dementsprechend an. Vorzugsweise ist das Steuergerät 23 mit in einem für die Motorsteuerung zuständigen Steuergerät integriert.

In einer modifizierten, nicht gezeigten Ausführungsform ist bei aufgeladenen Motoren im Kühlkreislauf eine Luft/Wasser-Ladeluftkühler angeordnet. Die mit sinkender Ladelufttemperatur erreichte Dichtesteigerung führt infolge einer verbesserten Zylinderfüllung zu einer höheren Leistung. Außerdem verringert die niedrigere Temperatur die thermische Belastung des Motors und führt zu geringeren NO_x-Anteilen im

Abgas. Die im Lader komprimierte Ansaugluft gibt im Ladeluftkühler Wärmeenergie an die Kühlflüssigkeit ab.

Mit der in Fig. 1 gezeigten Anordnung ist entsprechend der Betriebstemperatur der Fluss des Kühlmittelstroms durch die Brennkraftmaschine 1 so beeinflussbar, dass die Emissionen reduziert sind. Bei der kalten Brennkraftmaschine 1 ist keine Kühlung erforderlich und die Hauptkühlmittelpumpe 1 ist über die Kupplung 2 abgeschaltet. Damit bei niedrigen Außentemperaturen aus Komfortgründen der Passagierraum beheizbar ist, fördert eine elektrisch Zusatzkühlmittelpumpe 16 im Bedarfsfall Kühlmittel durch den Zylinderkopf 7 und den Heizkreislauf 12. Das Differenzdruckventil 19 verhindert, dass das Kühlmittel nicht über den kleinen Kühlkreislauf 18 entgegen der eingezeichneten Strömungsrichtung an dem Zylinderkopf 7 vorbeiströmt und sich nicht erwärmt. Die Abschaltung der Hauptkühlmittelpumpe 1 reduziert den Leistungsverlust durch Nebenaggregate der Brennkraftmaschine, hierdurch sind Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen reduziert. Dadurch, dass keine Kühlmittelumwälzung statt findet kann sich zudem das Motoröl schneller erwärmen und der Zeitraum in dem hohe Reibungsverluste aufgrund von kaltem Motoröl auftreten ist verkürzt. Dies liefert einen weiteren Betrag zur Kraftstoff- und Emissionsreduzierung nach dem Kaltstart.

Bei weiterer Erwärmung der Brennkraftmaschine 1 und der Notwendigkeit den Zylinderkopf 7 aufgrund hoher Brennraumtemperaturen zu kühlen, schaltet die Hauptkühlmittelpumpe 1 zu. Nicht gezeigte Stegsensoren zwischen Ein- und Auslassventilen der Brennkraftmaschine 1 messen die Brennraumtemperatur und übermitteln dies an das Steuergerät 23, das die Zuschaltung der Hauptkühlmittelpumpe auslöst. Gleichzeitig führt die erste Steuereinheit 3 nur dem Zylinderkopf Kühlmittel zu, das Motoröl im Kurbelgehäuse 8 kann sich weiterhin erwärmen. Alternativ kann in dieser Phase auch die Zusatzkühlmittelpumpe 16 die Umwälzung des Kühlmittels übernehmen und die Hauptkühlmittelpumpe 1 bleibt weiter

abgeschaltet. Allerdings muss für diesen Fall die Zusatzkühlmittelpumpe 16 dementsprechend größer dimensioniert sein. Das Differenzdruckventil 17 verhindert auch hier, dass das Kühlmittel nicht über den kleinen Kühlkreislauf 18 entgegen der eingezeichneten Strömungsrichtung an dem Zylinderkopf 7 vorbeiströmt.

Erfordert die weiterer Erwärmung der Brennkraftmaschine 1 eine Kühlung des Kurbelgehäuses 8, so führt die erste Steuereinheit 3 auch Kühlmittel dem Kurbelgehäuse 8 zu. Der Kühlmittelstrom durch das Kurbelgehäuse 8 ist zwischen Null und dem von den Kühlmittelpumpen gelieferten maximalen Volumenstrom variierbar. Damit lassen sich unterschiedliche Temperaturen an Zylinderkopf 7 und Kurbelgehäuse 8 einstellen. Vorzugsweise ist der Zylinderkopf 7 bzw. die Temperatur im Brennraum möglichst niedrig, damit sind niedrige Emissionswerte erzielbar. Die Temperatur im Kurbelgehäuse 8 sollte eine Betriebstemperatur von ca. 80°C haben, so dass geringe Reibungsverluste auftreten.

Bei zunehmender Erwärmung des Kühlmittels öffnet die zweite Steuereinheit 17, so dass das Kühlmittel in dem großen Kühlkreislauf 20 fließt, über den Luft-Flüssigkeitskühler 21 gekühlt ist und sich nicht weiter erwärmt.

Fig. 2 zeigt einen Kühlmittelkreislauf mit gegenüber Fig. 1 geänderter Anordnung des Abgasrückführungskühlers 13 und des Motorölkühlers 15. In dieser Ausführung ist der Abgasrückführungskühler 13 und der Motorölkühler 15 mit kälterem, von der Brennkraftmaschine 6 noch nicht erwärmten Kühlwasser versorgt. Wenn keine Passagierraumheizung erforderlich ist, so ist in dieser Anordnung der Heizkreislauf 12 absperrbar, ohne dass der Kühlmitteldurchfluss anderer Kühler beeinträchtigt ist.

In Fig. 3 ist der Abgasrückführungskühler 13 direkt nach der Hauptkühlmittelpumpe 1 und der Motorölkühler 15 im Heizkreislauf 12 nach dem Wärmetauscher für den

Passagierraum 14 angeordnet. Bei Durchströmung des Luft-Flüssigkeitskühlers ist der Abgasrückführungskühler 13 mit kaltem, von der Brennkraftmaschine 1 noch nicht erwärmten Kühlwasser versorgt, wodurch die NO_x-Werte in optimaler Weise reduzierbar sind. Die Anordnung des Motorölkühlers 15 im Heizkreislauf 12 nach dem Wärmetauscher für den Passagierraum führt zu einem besseren Heizkomfort, da das Kühlmittel im Bedarfsfall die Wärme zuerst zur Versorgung des Passagierraums und dann zur Erwärmung des Motoröls genutzt ist.

Fig. 4 zeigt eine Anordnung eines Getriebeölkühlers 22 und die Anordnung eines Motorölwärmetauschers 15 parallel zum Kurbelgehäuse 8. Neben der Brennkraftmaschine 1 erzeugt ein in Kraftfahrzeugen eingesetztes, nicht gezeigtes Getriebe Verlustwärme. Um das Getriebeöl nicht zu Überhitzen, ist es über einen Getriebeölkühler 22 gekühlt. Dieser ist einerseits von dem Kühlmittel der Brennkraftmaschine 1 und andererseits von Getriebeöl durchströmt. In dem Getriebeölkühler 22 überträgt das Getriebeöl Wärme auf das Kühlmittel. Der Zulauf des Getriebeölkühlers 22 ist mit einer Rücklaufleitung des Luft-Flüssigkeitskühler 21 und der Rücklaufleitung des Heizkreislaufs 12 verbunden, die Kühlmittelrücklauföffnung des Getriebeölkühlers 22 ist mit der Saugseite der Hauptkühlmittelpumpe 1 verbunden. Der Luft-Flüssigkeitskühler 21 ist auch mit einem Niedertemperaturbereich ausführbar. Der Luft-Flüssigkeitskühler 21 weist dann zwei Rückläufe auf, einen aus dem Niedertemperaturbereich und einen aus dem Normaltemperaturbereich. In vorteilhafter Weise ist der Getriebeölkühler 22 mit dem Rücklauf aus dem Niedertemperaturbereich des Luft-Flüssigkeitskühlers 21 verbunden, wodurch die Kühlung des Getriebeöls verbessert ist. Der Rücklauf aus dem Normaltemperaturbereich ist mit der Saugseite der Hauptkühlmittelpumpe 1 verbunden.

In der Phase, in der die zweite Steuereinheit 17 bei kalter Brennkraftmaschine 1 den Kühlmittelfluss nur im kleinen Kühlkreislauf 18 zulässt, erwärmt das aus dem Heizkreislauf in den Getriebeölkühler 22 strömende Kühlmittel das Getriebeöl,

der Zufluss aus dem Luft-Flüssigkeitskühler 21 ist durch die zweite Steuereinheit 17 unterbunden. Durch die Erwärmung des Getriebeöls sind die Reibungsverluste im Getriebe reduziert. Sobald die zweite Steuereinheit 17 bei Erreichen der Betriebstemperatur den Kühlmitteldurchfluss durch den Luft-Flüssigkeitskühler 21 freigibt, ist das Getriebeöl mit einem Kühlmittelgemisch aus dem Heizkreislauf 12 und dem Luft-Flüssigkeitskühler 21 gekühlt. Die Anordnung des Getriebeölkühlers ist grundsätzlich auch mit den in Fig.1 bis Fig.3 Heizkreisläufen darstellbar. Bei dem Getriebe kann es sich um eine mechanische oder automatische Ausführung handeln. In Fig. 4 ist der Motorölkühler parallel zum Kurbelgehäuse geschaltet. Wenn das Kurbelgehäuse aufgrund der Stellung der ersten Steuereinheit nicht durchströmt ist, so ist keine Wärmeabgabe des Motoröls an das Getriebeöl möglich, d.h. das Motoröl kann sich im wesentlichen unbeeinflusst vom Getriebeöl erwärmen.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (6) für ein Kraftfahrzeug, mit
 - einem Zylinderkopf (7) mit einem Kühlmittelzulaufanschluss (4) und einem Kühlmittelrücklaufanschluss (10),
 - einem Kurbelgehäuse (8) mit einem Kühlmittelzulaufanschluss (5) und einem mit dem Zylinderkopf (7) gemeinsamen Kühlmittelrücklaufanschluss (10) und/oder einem dem Kurbelgehäuse (8) zugeordneten Rücklaufanschluss,
 - einer Hauptkühlmittelpumpe (1), dessen Saugseite mit dem Kühlmittelrücklaufanschluss (10) verbunden ist und dessen Druckseite mit
 - einer ersten Steuereinheit (3) verbunden ist, die in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur Kühlmittel dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfes (4) und/oder dem Zulaufanschluss des Kurbelgehäuses (5) zuführt

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

 - die Hauptkühlmittelpumpe (1) zu- und abschaltbar ist.
2. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Hauptkühlmittelpumpe (1) mechanisch angetrieben und über eine Kupplung (2) abschaltbar ist.
3. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Hauptkühlmittelpumpe (1) elektrisch angetrieben ist und über eine Steuervorrichtung die Drehzahl in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur steuerbar ist.

4. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuereinheit (3) in Abhängigkeit von mindestens einem der Parameter wie Kühlmitteltemperatur, Kühlmitteldruck, Brennraumtemperatur, Abgastemperatur, Abgaswerte, Bauteiltemperatur, Öltemperatur, Passagierraumtemperatur oder Außentemperatur schaltet.
5. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Zylinderkopf (7) zwischen Ein- und Auslassventil ein Stegsensor zur Erfassung der Brennraumtemperatur angeordnet ist.
6. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Steuereinheit (17), die mit einer Kühlmittelrücklaufleitung der Brennkraftmaschine (6) verbunden ist, temperaturabhängig das Kühlmittel entweder in einem großen Kreislauf (20) über einen Luft-Flüssigkeitskühler (21) oder in einem kleinen Kreislauf (18) unter Umgehung des Luft-Flüssigkeitskühlers (21) zum Ansaugkanal der Hauptkühlmittelpumpe (1) zurückleitet, eine Heizkreisleitung (12), durch die ein aus einer Kühlmittelrücklaufleitung der Brennkraftmaschine (6) abgezwigter Teilstrom unter Umgehung der zweiten Steuereinheit (17) zur Hauptkühlmittelpumpe (1) zurückfließt und eine elektrische Zusatzkühlmittelpumpe (16), die in der Heizkreisleitung (12) angeordnet ist, vorgesehen ist.

7. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zweiten Steuereinheit (17) und der Hauptkühlmittelpumpe (1) ein Differenzdruckventil (19) angeordnet ist.
8. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Heizkreisleitung (12) ein Wärmetauscher für Abgasrückführung (13), Passagierheizung (14) und/oder Motoröl (15) angeordnet ist.
9. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher für den Passagierraum (14) in der Heizkreisleitung (12) angeordnet ist und die Wärmetauscher für die Abgasrückführung (13) und das Motoröl (15) in einer Kühlmittelleitung, die nach der Hauptkühlmittelpumpe (1) und vor dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfs (4) abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine (6) austretende Rücklaufleitung mündet, angeordnet sind.
10. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmetauscher für den Passagierraum (14) und für das Motoröl (15) in der Heizkreisleitung (12) angeordnet sind und der Wärmetauscher für die Abgasrückführung (13) in einer Kühlmittelleitung, die nach der Hauptkühlmittelpumpe (1) und vor dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfs (3) abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine (6) austretende Rückflaufleitung mündet, angeordnet ist.

11. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wärmetauscher für den Passagierraum (14) in der Heizkreisleitung (12) angeordnet ist, der Wärmetauscher für die Abgasrückführung (13) in einer Kühlmittleitung, die nach der Hauptkühlmittelpumpe (1) und vor dem Zulaufanschluss des Zylinderkopfs (4) abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine (6) austretende Rücklaufleitung mündet, angeordnet ist und der Wärmetauscher für das Motoröl (15) in einer Kühlmittleitung, die nach der ersten Steuereinheit (3) und vor dem Zulaufanschluss des Kurbelgehäuses (5) abzweigt und in eine aus der Brennkraftmaschine (6) austretende Rücklaufleitung mündet, angeordnet ist.
12. Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Getriebeölkühler (22) vorgesehen ist, dessen Zulauf mit einer Rücklaufleitung des Luft-Flüssigkeitskühler (21) und mit einer Rücklaufleitung des Heizkreislaufs (12) verbunden ist und dessen Ablauf mit der Saugseite der Hauptkühlmittelpumpe (1) verbunden ist.
13. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug, insbesondere einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
bei dem die Brennkraftmaschine (6) mit einem Kühlmittel durchströmt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Hauptkühlmittelpumpe (1) abgeschaltet wird, sofern die Brennkraftmaschine keine Kühlung erfordert und
 - die Hauptkühlmittelpumpe (1) zugeschaltet und Kühlmittel in dem Zylinderkopf (7) und/oder dem Kurbelgehäuse (8) umgewälzt wird, sofern Kühlung erforderlich ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Durchfluss durch den Betrieb der elektrischen
Zusatzkühlmittelpumpe (16) im Heizkreislauf (12) erhöht
wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Hauptkühlmittelpumpe (1) abgeschaltet und das Kühlmittel
durch die elektrische Zusatzkühlmittelpumpe (16) umgewälzt
wird.

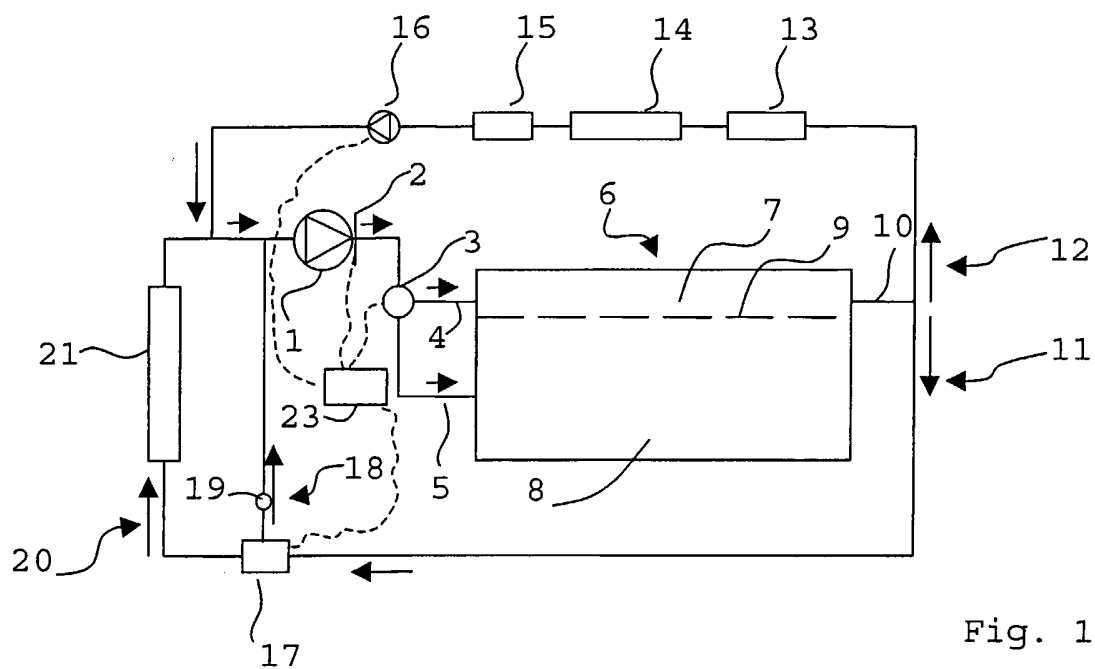


Fig. 1

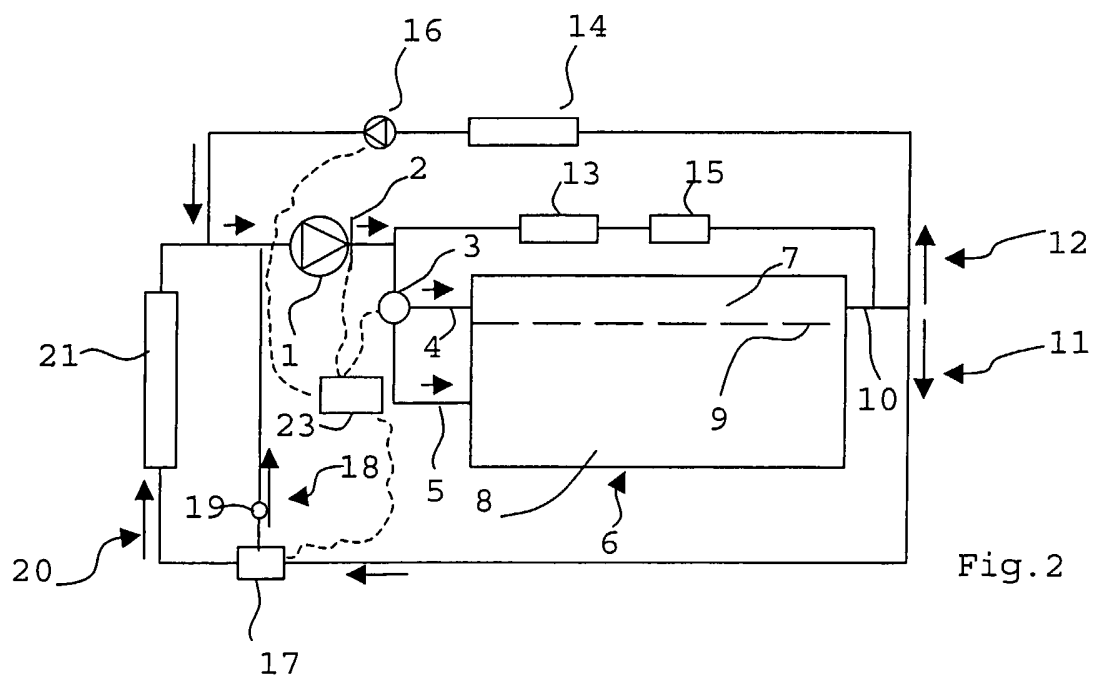
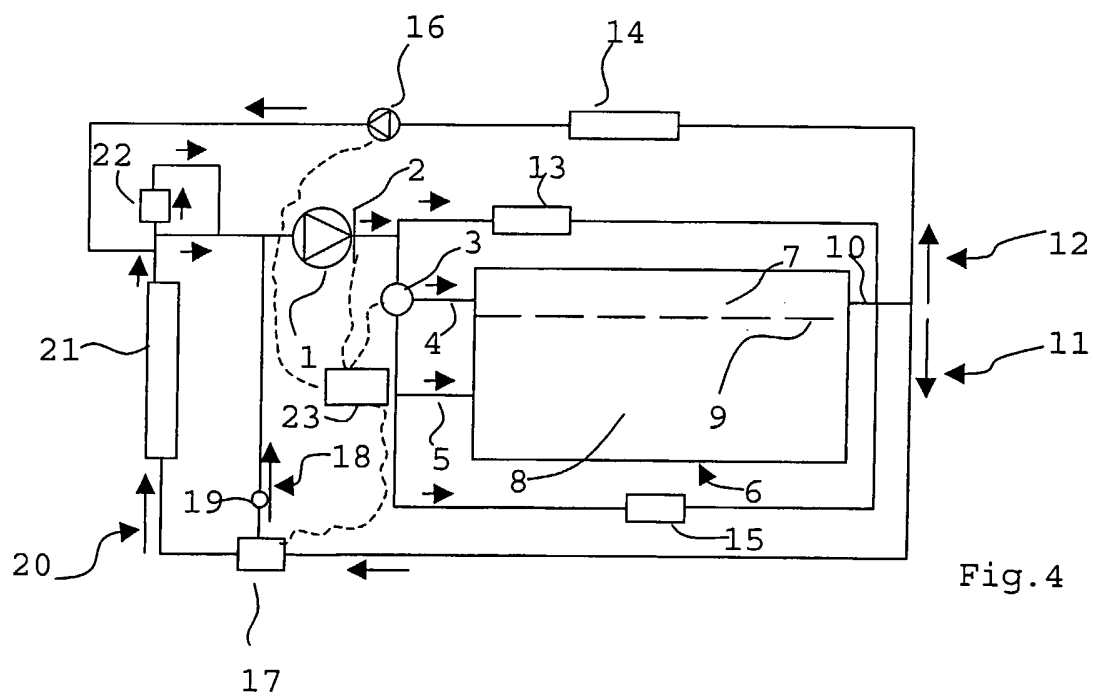
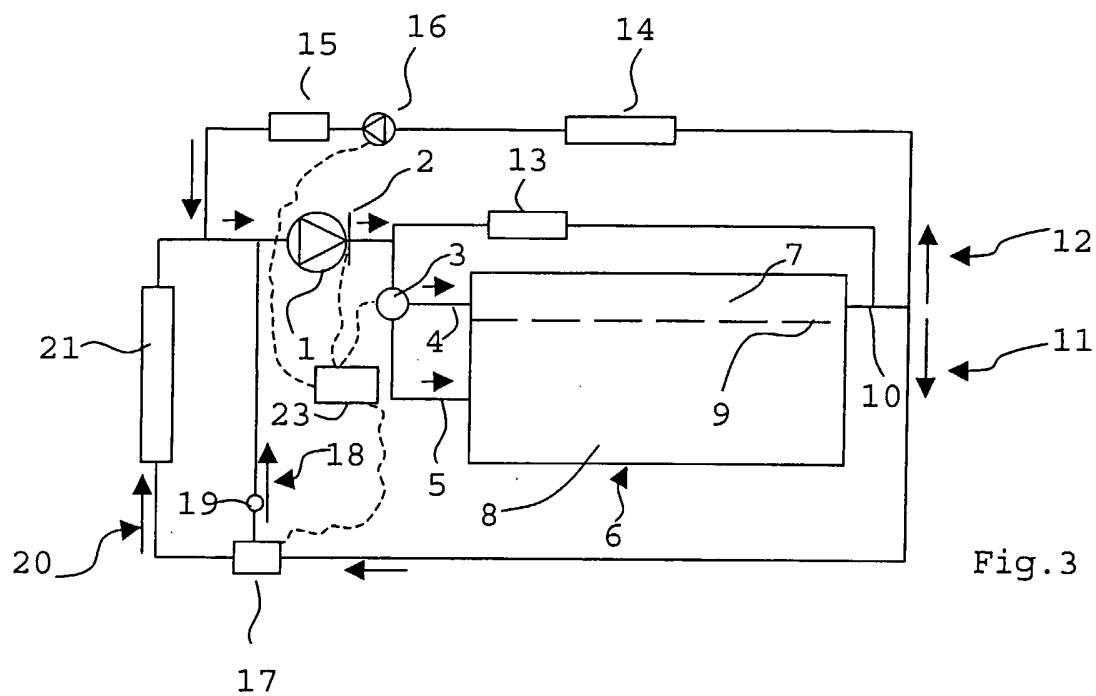


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01P7/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 5 215 044 A (BARUSCHKE WILHELM ET AL) 1 June 1993 (1993-06-01) column 1, line 67 - column 2, line 20 column 6, line 67 - column 8, line 26; figure 6 column 5, line 52 - column 6, line 3; figure 3	1-4,6,8, 12-15 9-11
X	US 4 423 705 A (MATSUURA MASAHIKO ET AL) 3 January 1984 (1984-01-03) column 2, line 37 - column 2, line 41 column 4, line 31 - column 4, line 44; figures 4,6a,6b	1,3,4,13
X A	EP 0 894 953 A (FIAT RICERCHE) 3 February 1999 (1999-02-03) paragraphs '0011! - '0016!; figures 1,2	1,3,4 6,13
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 November 2004

Date of mailing of the international search report

10/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Luta, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No.
PCT/EP2004/007771

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 40 32 701 A (SCHATZ OSKAR) 25 June 1992 (1992-06-25)	13-15
A	column 5, line 44 - column 7, line 16; figure	1,2,4,6, 8
A	US 6 343 572 B1 (PFAFF RUEDIGER ET AL) 5 February 2002 (2002-02-05) column 3, line 52 - column 4, line 44; figure	1,5,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007771

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5215044	A	01-06-1993	DE 4104093 A1 DE 59200332 D1 EP 0499071 A1 ES 2057927 T3	13-08-1992 08-09-1994 19-08-1992 16-10-1994
US 4423705	A	03-01-1984	JP 1515408 C JP 57159915 A JP 63067007 B JP 57159916 A	24-08-1989 02-10-1982 22-12-1988 02-10-1982
EP 0894953	A	03-02-1999	IT T0970698 A1 DE 69804550 D1 DE 69804550 T2 EP 0894953 A1 ES 2173561 T3 US 6152088 A	01-02-1999 08-05-2002 08-08-2002 03-02-1999 16-10-2002 28-11-2000
DE 4032701	A	25-06-1992	DE 4032701 A1	25-06-1992
US 6343572	B1	05-02-2002	DE 19728351 A1 DE 59802355 D1 WO 9901650 A1 EP 0993546 A1 JP 2000512364 T	07-01-1999 17-01-2002 14-01-1999 19-04-2000 19-09-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/007771

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01P7/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 5 215 044 A (BARUSCHKE WILHELM ET AL) 1. Juni 1993 (1993-06-01) Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 2, Zeile 20 Spalte 6, Zeile 67 - Spalte 8, Zeile 26; Abbildung 6 Spalte 5, Zeile 52 - Spalte 6, Zeile 3; Abbildung 3	1-4,6,8, 12-15 9-11
X	US 4 423 705 A (MATSUURA MASAHIKO ET AL) 3. Januar 1984 (1984-01-03) Spalte 2, Zeile 37 - Spalte 2, Zeile 41 Spalte 4, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 44; Abbildungen 4,6a,6b	1,3,4,13
X A	EP 0 894 953 A (FIAT RICERCHE) 3. Februar 1999 (1999-02-03) Absätze '0011! - '0016!; Abbildungen 1,2	1,3,4 6,13
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. November 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Luta, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 40 32 701 A (SCHATZ OSKAR) 25. Juni 1992 (1992-06-25)	13-15
A	Spalte 5, Zeile 44 - Spalte 7, Zeile 16; Abbildung -----	1,2,4,6, 8
A	US 6 343 572 B1 (PFAFF RUEDIGER ET AL) 5. Februar 2002 (2002-02-05) Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 44; Abbildung -----	1,5,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In  nationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007771

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5215044	A	01-06-1993	DE	4104093 A1	13-08-1992
			DE	59200332 D1	08-09-1994
			EP	0499071 A1	19-08-1992
			ES	2057927 T3	16-10-1994
US 4423705	A	03-01-1984	JP	1515408 C	24-08-1989
			JP	57159915 A	02-10-1982
			JP	63067007 B	22-12-1988
			JP	57159916 A	02-10-1982
EP 0894953	A	03-02-1999	IT	T0970698 A1	01-02-1999
			DE	69804550 D1	08-05-2002
			DE	69804550 T2	08-08-2002
			EP	0894953 A1	03-02-1999
			ES	2173561 T3	16-10-2002
			US	6152088 A	28-11-2000
DE 4032701	A	25-06-1992	DE	4032701 A1	25-06-1992
US 6343572	B1	05-02-2002	DE	19728351 A1	07-01-1999
			DE	59802355 D1	17-01-2002
			WO	9901650 A1	14-01-1999
			EP	0993546 A1	19-04-2000
			JP	2000512364 T	19-09-2000