



(10) **DE 10 2013 214 865 B4** 2021.11.04

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 214 865.8**
(22) Anmeldetag: **30.07.2013**
(43) Offenlegungstag: **15.05.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.11.2021**

(51) Int Cl.: **F01P 7/14 (2006.01)**
F01P 7/16 (2006.01)
F01P 3/02 (2006.01)
F01M 5/00 (2006.01)

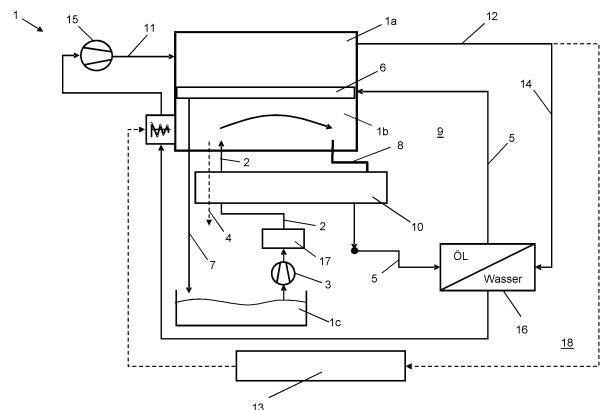
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz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

(66) Innere Priorität: 10 2012 213 488.3 31.07.2012	(72) Erfinder: Mehring, Jan, 50668 Köln, DE; Lorenz, Thomas, 50737 Köln, DE; Steiner, Bernd, 51467 Bergisch Gladbach, DE; Springer, Klaus Moritz, 58095 Hagen, DE
(73) Patentinhaber: Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich., US	(56) Ermittelter Stand der Technik: DE 35 09 095 A1 DE 10 2004 047 549 A1 DE 10 2009 036 603 A1
(74) Vertreter: Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50129 Bergheim, DE	

(54) Bezeichnung: **Brennkraftmaschine mit ölgekühltem Zylinderblock und Verfahren zum Betreiben einer derartigen Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem Zylinderkopf (1a) und einem Zylinderblock (1b), bei der

- der als obere Kurbelgehäusehälfte dienende Zylinderblock (1b) mit mindestens einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet ist,
- eine an die obere Kurbelgehäusehälfte montierbare und als untere Kurbelgehäusehälfte dienende Ölwanne (1c) zum Sammeln und Bevorraten von Öl vorgesehen ist,
- der mindestens eine Kühlmittelmantel einlaßseitig zur Versorgung mit als Kühlmittel dienendem Öl via einer ersten Versorgungsleitung (2) mit einer Pumpe (3) zur Förderung von aus der Ölwanne (1c) stammendem Öl und auslaßseitig zum Abführen des Öls und zur Ausbildung eines Ölkreislaufs (9) via einer ersten Rückführleitung (4) mit der Ölwanne (1c) zumindest verbindbar ist, wobei die erste Rückführleitung (4) dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der zumindest ein Teil des Öls aus dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks (1b) unter Ausnutzung der Schwerkraft in die Ölwanne (1c) rückführbar ist, um die in dem mindestens einen Kühlmittelmantel befindliche Ölmenge und damit die Kühlleistung zu verringern,
- die Pumpe (3) via einer zweiten Versorgungsleitung (5) mit einer im Kurbelgehäuse vorgesehenen Hauptölgalerie (6), die der Ölversorgung von Lagern dient, verbindbar ist, wobei die Hauptölgalerie (6) via einer zweiten Rückführleitung (7), die dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinderkopf und einem Zylinderblock, bei der

- der als obere Kurbelgehäusehälfte dienende Zylinderblock mit mindestens einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet ist,
- eine an die obere Kurbelgehäusehälfte montierbare und als untere Kurbelgehäusehälfte dienende Ölwanne zum Sammeln und Bevorraten von Öl vorgesehen ist,
- der mindestens eine Kühlmittelmantel einlaßseitig zur Versorgung mit als Kühlmittel dienendem Öl via einer ersten Versorgungsleitung mit einer Pumpe zur Förderung von aus der Ölwanne stammendem Öl und auslaßseitig zum Abführen des Öls und zur Ausbildung eines Ölkreislaufs via einer ersten Rückführleitung mit der Ölwanne zumindest verbindbar ist, wobei die erste Rückführleitung dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der zumindest ein Teil des Öls aus dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks unter Ausnutzung der Schwerkraft in die Ölwanne rückführbar ist, um die in dem mindestens einen Kühlmittelmantel befindliche Ölmenge und damit die Kühlleistung zu verringern,
- die Pumpe via einer zweiten Versorgungsleitung mit einer im Kurbelgehäuse vorgesehenen Hauptölgalerie, die der Ölversorgung von Lagern dient, verbindbar ist, wobei die Hauptölgalerie via einer zweiten Rückführleitung, die dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der Ölwanne zumindest verbindbar ist, und
- der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks via Abführleitung mit der Hauptölgalerie verbindbar ist.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Brennkraftmaschine.

[0003] Eine Brennkraftmaschine der genannten Art wird als Antrieb für Kraftfahrzeuge eingesetzt. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung umfaßt der Begriff Brennkraftmaschine Dieselmotoren und Ottomotoren, aber auch Hybrid-Brennkraftmaschinen, d. h. Brennkraftmaschinen, die mit einem Hybrid-Brennverfahren betrieben werden.

[0004] Brennkraftmaschinen verfügen über mindestens einen Zylinderkopf und einen Zylinderblock, die zur Ausbildung der einzelnen Zylinder, d. h. Brennräume, an ihren Montage-Stirnseiten miteinander verbunden werden.

[0005] Der Zylinderkopf dient häufig zur Aufnahme des Ventiltriebs. Es ist die Aufgabe des Ventiltriebes die Einlaß- und Auslaßöffnungen der Brennkammer rechtzeitig freizugeben bzw. zu verschließen.

[0006] Der Zylinderblock weist zur Aufnahme der Kolben bzw. der Zylinderrohre eine entsprechende Anzahl an Zylinderbohrungen auf. Der Kolben jedes Zylinders einer Brennkraftmaschine wird axial beweglich in einem Zylinderrohr geführt und begrenzt zusammen mit dem Zylinderrohr und dem Zylinderkopf den Brennraum eines Zylinders. Der Kolbenboden bildet dabei einen Teil der Brennrauminnenwand und dichtet zusammen mit den Kolbenringen den Brennraum gegen den Zylinderblock bzw. das Kurbelgehäuse ab, so dass keine Verbrennungsgase bzw. keine Verbrennungsluft in das Kurbelgehäuse gelangen und kein Öl in den Brennraum gelangt.

[0007] Der Kolben dient der Übertragung der durch die Verbrennung generierten Gaskräfte auf die Pleuelstange. Hierzu ist der Pleuelstange gelenkig verbunden, die wiederum an der Pleuelstange beweglich gelagert ist.

[0008] Die im Kurbelgehäuse gelagerte Pleuelstange nimmt die Pleuelstangenkräfte auf, die sich aus den Gaskräften infolge der Kraftstoffverbrennung im Brennraum und den Massenkräften infolge der ungleichförmigen Bewegung der Pleuelstange zusammensetzen. Dabei wird die oszillierende Pleuelbewegung der Pleuelstange in eine rotierende Drehbewegung der Pleuelstange transformiert. Die Pleuelstange überträgt dabei das Drehmoment an den Pleuelstange. Ein Teil der auf die Pleuelstange übertragenen Energie wird zum Antrieb von Hilfsaggregaten wie der Ölpumpe und der Lichtmaschine verwendet oder dient dem Antrieb der Pleuelstange und damit der Pleuelstange des Ventiltriebs.

[0009] Im Allgemeinen und im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird die obere Kurbelgehäusehälfte durch den Zylinderblock gebildet. Ergänzt wird das Kurbelgehäuse durch die an die obere Kurbelgehäusehälfte montierbare und als Ölwanne dienende untere Kurbelgehäusehälfte. Dabei weist die obere Kurbelgehäusehälfte zur Aufnahme der Ölwanne, d. h. der unteren Kurbelgehäusehälfte eine Flanschfläche auf. In der Regel wird zur Abdichtung der Ölwanne bzw. des Kurbelgehäuses gegenüber der Umgebung eine Dichtung in der bzw. an der Flanschfläche vorgesehen. Die Verbindung erfolgt häufig durch eine Verschraubung.

[0010] Zur Aufnahme und Lagerung der Pleuelstange sind mindestens zwei Lager im Kurbelgehäuse vorgesehen, die in der Regel zweiteilig ausgeführt sind und jeweils einen Lagersattel und einen mit dem Lagersattel verbindbaren Lagerdeckel umfassen. Die

Kurbelwelle wird im Bereich der Kurbelwellenzapfen, die entlang der Kurbelwellenachse beabstandet zueinander angeordnet und in der Regel als verdickte Wellenabsätze ausgebildet sind, gelagert. Dabei können Lagerdeckel und Lagersättel als separate Bauteile oder einteilig mit dem Kurbelgehäuse, d. h. den Kurbelgehäusehälften ausgebildet werden. Zwischen der Kurbelwelle und den Lagern können Lagerschalen als Zwischenelemente angeordnet werden.

[0011] Im montierten Zustand ist jeder Lagersattel mit dem korrespondierenden Lagerdeckel verbunden. Jeweils ein Lagersattel und ein Lagerdeckel bilden - gegebenenfalls im Zusammenwirken mit Lagerschalen als Zwischenelemente - eine Bohrung zur Aufnahme eines Kurbelwellenzapfens. Die Bohrungen werden üblicherweise mit Motoröl, d. h. Schmieröl versorgt, so dass sich idealerweise zwischen der Innenfläche jeder Bohrung und dem dazugehörigen Kurbelwellenzapfen bei umlaufender Kurbelwelle - wie bei einem Gleitlager - ein tragfähiger Schmierfilm ausbildet. Alternativ kann ein Lager auch einteilig ausgebildet sein, beispielsweise bei einer gebauten Kurbelwelle.

[0012] Zur Versorgung der Lager mit Öl ist eine Pumpe zur Förderung von Motoröl zu den mindestens zwei Lagern vorgesehen, wobei die Pumpe via Ölkreislauf eine Hauptölgalerie, von der Kanäle zu den mindestens zwei Lagern führen, mit Motoröl versorgt. Zur Ausbildung der Hauptölgalerie wird häufig ein Hauptversorgungs kanal im Zylinderblock vorgesehen, der entlang der Längsachse der Kurbelwelle ausgerichtet ist.

[0013] Die Pumpe wird nach dem Stand der Technik via Saugleitung, die von einer Ölwanne zur Pumpe führt, mit aus der Ölwanne stammendem Motoröl versorgt und muß einen ausreichend großen Förderstrom, d. h. ein ausreichend hohes Fördervolumen, sicherstellen und für einen ausreichend hohen Öldruck im Versorgungssystem, d. h. im Ölkreislauf, insbesondere in der Hauptölgalerie, sorgen.

[0014] Auch die Nockenwellenaufnahme eines Ventiltriebs ist üblicherweise mit Schmieröl zu versorgen, wozu ein Versorgungskanal vorzusehen ist. Die bereits hinsichtlich der Kurbelwellenlagerung gemachten Ausführungen gelten in analoger Weise. Weitere mit Schmieröl zu versorgende Verbraucher können beispielsweise die Lager einer Pleuelstange oder die Lager einer gegebenenfalls vorgesehenen Ausgleichswelle sein. Ebenfalls Verbraucher im vorgenannten Sinne ist auch eine Spritzölkühlung, welche den Kolbenboden zwecks Kühlung mittels Düsen von unten, d. h. kurbelgehäuseseitig, mit Motoröl benetzt und somit Öl braucht, d. h. mit Öl versorgt werden muß. Ein hydraulisch betätigbarer Nockenwellenversteller oder andere Ventiltriebsbauteile, beispielsweise zum hydraulischen Ventilspielausgleich,

haben ebenfalls einen Bedarf an Motoröl und bedürfen einer Ölversorgung.

[0015] Die Reibung in den mit Öl zu versorgenden Verbrauchern, beispielsweise den Lagern der Kurbelwelle oder zwischen Kolben und Zylinderrohr, hängt maßgeblich von der Viskosität und damit von der Temperatur des bereitgestellten Öls ab und trägt zum Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine bei.

[0016] Grundsätzlich ist man bemüht, den Kraftstoffverbrauch zu minimieren. Neben einer verbesserten, d. h. effektiveren, Verbrennung steht dabei die Reduzierung der Reibleistung im Vordergrund der Bemühungen. Ein verminderter Kraftstoffverbrauch trägt zudem auch zu einer Reduzierung der Schadstoffemissionen bei.

[0017] Hinsichtlich einer Reduzierung der Reibleistung sind eine zügige Erwärmung des Motoröls und eine schnelle Aufheizung der Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem Kaltstart, zielführend. Eine schnelle Erwärmung des Motoröls während der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine sorgt für eine entsprechend schnelle Abnahme der Viskosität und damit für eine Verringerung der Reibung bzw. Reibleistung.

[0018] Aus dem Stand der Technik sind Konzepte bekannt, bei denen das Öl mittels externer Heizvorrichtung aktiv erwärmt wird. Die Heizvorrichtung ist aber im Hinblick auf den Kraftstoffeinsatz ein zusätzlicher Verbraucher, was der Zielsetzung, den Kraftstoffverbrauch zu mindern, zu wider läuft.

[0019] Andere Konzepte sehen vor, das im Betrieb erwärmte Motoröl in einem isolierten Behältnis zu speichern und bei Bedarf, beispielsweise einem Neustart der Brennkraftmaschine, zu nutzen. Nachteilig an dieser Vorgehensweise ist, dass das im Betrieb erwärmte Öl zeitlich nicht unbegrenzt auf hoher Temperatur gehalten werden kann, weshalb in der Regel ein erneutes Erwärmen des Öls während des Betriebs der Brennkraftmaschine erforderlich wird.

[0020] Sowohl eine externe Heizvorrichtung als auch ein isoliertes Behältnis führen zu einem zusätzlichen Bauraumbedarf im Motorraum und sind einem möglichst dichten Packaging der Antriebseinheit abträglich.

[0021] Die Reduzierung der Reibleistung durch eine zügige Erwärmung des Motoröls wird noch dadurch erschwert, dass der Zylinderblock bzw. der Zylinderkopf thermisch hochbelastete Bauteile sind, die eine effektive Kühlung erfordern und daher häufig zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mit Kühlmittelmänteln ausgestattet werden. Der Wärmehaushalt einer flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine wird dann primär durch diese Kühlung geprägt. Die Aus-

legung der Kühlung erfolgt dabei im Hinblick auf den Schutz vor Überhitzung und nicht im Hinblick auf eine möglichst schnelle Erwärmung des Motoröls bzw. der Brennkraftmaschine nach einem Kaltstart. Auch der Zylinderblock der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine ist flüssigkeitsgekühlt.

[0022] Die Ausstattung der Brennkraftmaschine mit einer Flüssigkeitskühlung erfordert die Anordnung von das Kühlmittel durch den Zylinderblock führenden Kühlmittelkanälen, d. h. mindestens einen Kühlmittelmantel. Das Kühlmittel, in der Regel ein mit Additiven versetztes Wasser-Glykol-Gemisch, wird dabei mittels einer im Kühlkreislauf angeordneten Pumpe gefördert, so dass es im Kühlmittelmantel zirkuliert. Die an das Kühlmittel abgegebene Wärme wird auf diese Weise aus dem Inneren des Zylinderblocks abgeführt und in der Regel in einem Wärmetauscher dem Kühlmittel wieder entzogen.

[0023] Wasser hat gegenüber anderen Kühlmitteln den Vorteil, dass es nicht toxisch, leicht verfügbar und kostengünstig ist und zudem über eine sehr hohe Wärmekapazität verfügt, weshalb Wasser sich für den Entzug und die Abfuhr sehr großer Wärmemengen eignet, was im Allgemeinen als vorteilhaft angesehen wird. Nachteilig hingegen ist die mit Wasser verbundene Korrosion der mit Kühlmittel beaufschlagten Bauteile, sowie die vergleichsweise niedrige maximal zulässige Kühlmitteltemperatur, die den Temperaturunterschied zwischen Kühlmittel und den zu kühlenden Bauteilen und damit den Wärmeübergang maßgeblich mitbestimmt.

[0024] Soll der Brennkraftmaschine, insbesondere dem Zylinderblock, weniger Wärme entzogen werden, kann der Einsatz anderer Kühlflüssigkeiten zielführend sein, beispielsweise von Öl. Öl hat eine im Vergleich zu Wasser geringere Wärmekapazität und kann stärker, d. h. auf höhere Temperaturen, erhitzt werden, wodurch die Kühlleistung vermindert werden kann. Die Problematik der Korrosion entfällt. Öl kann mit - insbesondere sich bewegenden - Bauteilen ohne weiteres in Kontakt kommen, ohne dass die Funktionstüchtigkeit der Brennkraftmaschine gefährdet wäre.

[0025] Darüber hinaus hat die Verwendung von Öl als Kühlmittel weitere Vorteile, insbesondere den Vorteil, dass eine Ölkühlung und die dazugehörigen Kühlmittelmäntel zusammenhängend mit der Ölversorgung der Brennkraftmaschine ausgebildet werden können, d. h. ein gemeinsamer zusammenhängender Ölkreislauf ausgebildet werden kann.

[0026] Auch die Brennkraftmaschine, die Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, verfügt über einen ölkühlten Zylinderblock, der mit der Ölversorgung der Brennkraftmaschine einen zusammenhängenden Ölkreislauf bildet. Zur Ausbildung der Ölküh-

lung ist der als obere Kurbelgehäusehälfte dienende Zylinderblock mit mindestens einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet.

[0027] Zur schnellen Aufheizung der Brennkraftmaschine nach einem Kaltstart wird nach dem Stand der Technik häufig im Kühlmittelkreislauf mindestens ein Ventil vorgesehen, welches die Zirkulation des Kühlmittels im Kühlmittelkreislauf während der Warmlaufphase unterbindet.

[0028] Grundsätzlich ist eine Steuerung der Flüssigkeitskühlung anzustreben, mit der nicht nur die zirkulierende Kühlmittelmenge bzw. der Kühlmitteldurchsatz nach einem Kaltstart vermindert werden kann, sondern vielmehr auch auf den Wärmehaushalt der auf Betriebstemperatur aufgeheizten Brennkraftmaschine Einfluß genommen werden kann.

[0029] Vor dem Hintergrund des oben Gesagten ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, die hinsichtlich der Kühlung optimiert ist.

[0030] Eine weitere Teilaufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Brennkraftmaschine aufzuzeigen.

[0031] Gelöst wird die erste Teilaufgabe durch eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinderkopf und einem Zylinderblock, bei der

- der als obere Kurbelgehäusehälfte dienende Zylinderblock mit mindestens einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet ist,

- eine an die obere Kurbelgehäusehälfte montierbare und als untere Kurbelgehäusehälfte dienende Ölwanne zum Sammeln und Bevorraten von Öl vorgesehen ist,

- der mindestens eine Kühlmittelmantel einlaßseitig zur Versorgung mit als Kühlmittel dienendem Öl via einer ersten Versorgungsleitung mit einer Pumpe zur Förderung von aus der Ölwanne stammendem Öl und auslaßseitig zum Abführen des Öls und zur Ausbildung eines Ölkreislaufs via einer ersten Rückführleitung mit der Ölwanne zumindest verbindbar ist, wobei die erste Rückführleitung dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der zumindest ein Teil des Öls aus dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks unter Ausnutzung der Schwerkraft in die Ölwanne rückführbar ist, um die in dem mindestens einen Kühlmittelmantel befindliche Ölmenge und damit die Kühlleistung zu verringern,

- die Pumpe via einer zweiten Versorgungsleitung mit einer im Kurbelgehäuse vorgesehenen

Hauptölgalerie, die der Ölversorgung von Lagern dient, verbindbar ist, wobei die Hauptölgalerie via einer zweiten Rückführleitung, die dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der Ölwanne zumindest verbindbar ist, und

- der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks via Abführleitung mit der Hauptölgalerie verbindbar ist,

und die dadurch gekennzeichnet ist, dass

- eine Steuereinheit vorgesehen ist, die eine um ihre Längsachse zwischen Arbeitspositionen verdrehbare Steuerwalze aufweist, welche in einer ersten Arbeitsposition die erste Versorgungsleitung versperrt, um die Förderung von Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks zu unterbinden, und die zweite Versorgungsleitung freigibt, um die Pumpe mit der Hauptölgalerie zu verbinden und die Lager mit Öl zu versorgen.

[0032] Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine verfügt über eine Steuerwalze, durch deren Betätigen bzw. Verdrehen die Kühlmittelströme, d. h. die Ölströme, in geeigneter Weise durch den Ölkreislauf geleitet bzw. auch unterbunden werden können, insbesondere die in dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks befindliche Ölmenge variiert werden kann, wodurch die dem Zylinderblock mittels Flüssigkeitskühlung entzogene Wärmemenge gesteuert werden kann. Die Steuerwalze kann von zylinderförmiger Gestalt sein oder eine scheibenförmige Gestalt aufweisen, wobei die Anschlüsse der Leitungen dann benachbart zur Mantelfläche des Zylinders oder benachbart zur Stirnseite der Scheibe liegen können, d. h. in Richtung der Drehachse oder quer zur Drehachse ausgerichtet sein können.

[0033] Durch Ablassen zumindest eines Teils des Öls mittels einer ersten Rückführleitung wird die Kühlleistung verringert. Infolge der geminderten Kühlleistung und der dadurch bedingten verminderten Wärmeabfuhr heizt sich der Zylinderblock - beispielsweise in der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine - schneller auf und mit dem Zylinderblock auch das im Zylinderblock befindliche Öl, welches nicht nur das in dem mindestens einen Kühlmittelmantel befindliche Öl umfaßt, sondern insbesondere auch die Restölmengen, die auch nach Abschalten der Brennkraftmaschine in den Verbrauchern bzw. Versorgungsleitungen des Zylinderblocks verbleiben, beispielsweise auch den an einem Zylinderrohr haftenden Ölfilm, dessen Viskosität maßgeblich die Reibung zwischen Kolben und Zylinderrohr mitbestimmt.

[0034] Durch Ablassen von Öl aus dem Block wird auch bei zirkulierendem Öl nicht nur die Kühlleistung infolge Konvektion verringert, sondern grundsätzlich auch die thermische Masse des Blocks um die abge-

lassene Ölmenge verkleinert, so dass weniger Masse aufzuheizen ist. Insbesondere muß das in die Ölwanne abgelassene Öl nicht erwärmt werden.

[0035] Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine nutzt den Umstand, dass der ölgekühlte Zylinderblock mit der Ölversorgung der Brennkraftmaschine einen gemeinsamen Ölkreislauf bildet und das Öl der Kühlung aus dem Zylinderblock in die Ölwanne der Ölversorgung abgelassen werden kann.

[0036] Die erfindungsgemäße Steuerung der Flüssigkeitskühlung benötigt einen offenen Kreislauf, der vorliegend durch die Ölversorgung der Brennkraftmaschine mit ausgebildet wird, aber beispielweise nicht durch eine bei Brennkraftmaschinen häufig eingesetzte Wasserkühlung ausgebildet werden könnte. Bei einem wassergekühlten Zylinderblock müssten eine Entnahmestelle zum Ablassen des Wassers, ein Bevorratungsbehältnis, eine Förderpumpe und dergleichen vorgesehen werden. Es sei angemerkt, dass der Zylinderkopf grundsätzlich wassergekühlt, aber auch Teil der Ölkühlung sein kann.

[0037] Die vorstehend beschriebene gegenständliche Ausbildung der Brennkraftmaschine im Zusammenwirken mit der Verwendung von Öl als Kühlmittel ermöglicht erst das Ablassen der Kühlflüssigkeit.

[0038] Mit dem Ablassen von Öl wird prinzipbedingt nicht nur die Menge an Kühlmittel in dem mindestens einen Kühlmittelmantel, sondern auch die wärmeübertragende Fläche zwischen Öl und Block beeinflusst bzw. verringert. Die Möglichkeit, Öl der Flüssigkeitskühlung aus dem Zylinderblock abzulassen, gestattet eine bedarfsgerechte Kühlung des Blocks.

[0039] Auch bei der erfindungsgemäßen Kühlung kann die Pumpenleistung eingestellt werden und damit auch der Kühlmitteldurchsatz, d. h. das Fördervolumen. Hierdurch kann Einfluß auf die Durchfluggeschwindigkeit genommen werden, die den Wärmeübergang durch Konvektion maßgeblich mitbestimmt. Auf diese Weise kann dem Zylinderblock weniger oder mehr Wärme entzogen werden.

[0040] Das erfindungsgemäße Ablassen von Öl ist zu unterscheiden von einem Abführen des Öls via zweiter Rückführleitung in die Ölwanne, bei dem sich die in dem mindestens einen Kühlmittelmantel befindliche Ölmenge nicht ändert bzw. nicht ändern sollte, da die rückgeführte Ölmenge kontinuierlich von Öl, welches via Versorgungsleitungen zugeführt wird, ersetzt wird.

[0041] Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine erweist sich während der Warmlaufphase, insbesondere nach einem Kaltstart, als besonders vorteilhaft. Bei einem Neustart der Brennkraftmaschine ist die Ölmenge im Zylinderblock vorzugsweise minimal,

beispielsweise infolge Ölablassens nach einem Stillstand. Der Zylinderblock erwärmt sich infolge der ablaufenden Verbrennungsprozesse vergleichsweise schnell, wodurch bereits unmittelbar nach dem Start größere Wärmemengen in das im Zylinderblock befindliche Restöl eingetragen werden. Das im Zylinderblock befindliche Öl wird folglich schneller erwärmt und weist schneller die für eine geringere Reibleistung erforderliche niedrige Viskosität auf. Infolgedessen wird der Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine spürbar reduziert.

[0042] Während dieser Aufheizphase, d. h. Warmlaufphase, befindet sich die verdrehbare Steuerwalze der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine vorzugsweise in einer ersten Arbeitsposition, in der die erste Versorgungsleitung versperrt wird, um die Förderung von Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks zu unterbinden. Auf diese Weise wird während der Aufheizphase kein Öl durch den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks hindurch gefördert bzw. die im Zylinderblock befindliche Ölmenge klein gehalten und nicht vergrößert. Da die Hauptölgalerie dabei nicht gleichzeitig via Zylinderblock mit Öl versorgt werden kann, wird die zweite Versorgungsleitung freigegeben, um die Pumpe bei Umgehung des Zylinderblocks mit der Hauptölgalerie zu verbinden und die Lager mit Öl versorgen zu können.

[0043] Mit der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine wird die erste der Erfindung zugrunde liegende Teilaufgabe gelöst, nämlich eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitgestellt, die hinsichtlich der Kühlung optimiert ist.

[0044] Die Leitungen müssen keine Leitungen im eigentlichen Sinne sein, sondern können teilweise oder vollständig im Zylinderkopf und/oder Zylinderblock integriert sein. Insbesondere die zweite Rückföhrleitung ist in der Regel keine Leitung im eigentlichen Sinne, sondern vielmehr im übertragenen Sinne. Das via Hauptölgalerie in die Lager, beispielsweise in die Pleuellager und die Kurbelwellenlager, geförderte Öl tropft in der Regel schwerkraftgetrieben in die Ölwanne zurück, so dass quasi der Kurbelgehäusebereich, durch den das Öl zurücktropft, die zweite Rückföhrleitung bildet und die in **Fig. 1** dargestellte zweite Rückföhrleitung mehr die Ölrückföhrung als Maßnahme symbolisiert als eine gegenständliche Leitung zur Rückföhrung von Öl.

[0045] Die Formulierung „zumindest verbindbar“ ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung dahingehend auszulegen, dass entweder eine dauerhafte Verbindung besteht oder aber eine Verbindung hergestellt werden kann, beispielsweise Leitungen oder dergleichen zumindest verbindbar sind, falls diese nicht ohnehin dauerhaft miteinander verbunden sind.

[0046] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen in der Einbauposition der Brennkraftmaschine mindestens drei Viertel des Volumens des mindestens einen Kühlmittelmantels mittels erster Rückföhrleitung entleerbar sind.

[0047] Vorteilhaft sind Ausführungsformen, bei denen die Steuerwalze elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, mechanisch oder magnetisch steuerbar ist, vorzugsweise mittels Motorsteuerung.

[0048] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine werden im Zusammenhang mit den Unteransprüchen erörtert.

[0049] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in der ersten Arbeitsposition die erste Rückföhrleitung versperrt und/oder die Abföhrleitung versperrt.

[0050] Da sich die Steuerwalze vorzugsweise in der Warmlaufphase in der ersten Arbeitsposition befindet und die in dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks befindliche Ölmenge in diesem Betriebsmodus der Brennkraftmaschine vorzugsweise klein bzw. minimal ist, wäre ein Versperren der ersten Rückföhrleitung bzw. der Abföhrleitung bei diesem Szenario grundsätzlich nicht erforderlich. Der Kühlmittelmantel ist bereits durch Ablassen weitestgehend entleert und weiteres Öl kann infolge der versperren ersten Versorgungsleitung nicht in den Kühlmittelmantel des Blocks gelangen.

[0051] Nichtsdestotrotz kann die in Rede stehende Ausführungsform vorteilhaft und für die Praxis relevant sein, wenn der mindestens eine Kühlmittelmantel des Blocks während der Warmlaufphase nicht den minimal realisierbaren Kühlmittelstand aufweist und ein Ölabfluß unterbunden werden soll bzw. die Steuerwalze außerhalb der Warmlaufphase in die erste Arbeitsposition überföhrt wird.

[0052] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in einer zweiten Arbeitsposition die erste Versorgungsleitung freigibt, um Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks zu fördern. Die zweite Arbeitsposition dient vorzugsweise dem Befüllen des mindestens einen Kühlmittelmantels, vorzugsweise nach Beendigung der Warmlaufphase. Grundsätzlich dient die Überföhrung der Steuerwalze in die zweite Arbeitsposition dem Vergrößern der in dem mindestens einen Kühlmittelmantel befindlichen Ölmenge.

[0053] Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in der

zweiten Arbeitsposition die erste Rückführleitung versperrt. Das Versperren der ersten Rückführleitung in der zweiten Arbeitsposition unterstützt bzw. beschleunigt das Befüllen des mindestens einen Kühlmittelmantels und zwar dadurch, dass ein Ablassen von Öl mittels erster Rückführleitung unterbunden wird.

[0054] Aus demselben Grund sind auch Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine vorteilhaft, bei denen die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die Abführleitung versperrt. Das Versperren der Abführleitung in der zweiten Arbeitsposition unterstützt bzw. beschleunigt ebenfalls das Befüllen des mindestens einen Kühlmittelmantels, da ein Ölabfluß via Abführleitung unterbunden wird.

[0055] Vorteilhaft sind im vorliegenden Zusammenhang auch Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die zweite Versorgungsleitung freigibt, um die Pumpe mit der Hauptölgalerie zu verbinden und die Lager mit Öl zu versorgen. Diese Ausführungsform stellt sicher, dass die Hauptölgalerie und die Lager auch während des Befüllens des Kühlmittelmantels des Zylinderblocks ausreichend mit Öl versorgt werden.

[0056] Vorteilhaft können aber auch Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine sein, bei denen die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die zweite Versorgungsleitung versperrt. Das Versperren der zweiten Versorgungsleitung in der zweiten Arbeitsposition unterstützt bzw. beschleunigt das Befüllen des mindestens einen Kühlmittelmantels, da das gesamte von der Pumpe geförderte Öl in den Kühlmittelmantel des Zylinderblocks gefördert wird bzw. gelangt.

[0057] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition eine Entlüftungsleitung freigibt, damit beim Befüllen des mindestens einen Kühlmittelmantels mit Öl Luft aus dem mindestens einen Kühlmittelmantel entweichen kann. Die beim Befüllen mit Öl verdrängte Luft kann via Entlüftungsleitung den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks verlassen und dem hinein geförderten Öl Platz machen.

[0058] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in einer dritten Arbeitsposition die erste Versorgungsleitung freigibt, um Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks zu fördern, und die Abführleitung freigibt, um den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks mit der Hauptölgalerie zu verbinden.

[0059] Die dritte Arbeitsposition der Steuerwalze charakterisiert die Flüssigkeitskühlung des Zylinderblocks nach Beendigung der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine und nach Beendigung der Befüllung des Kühlmittelmantels, d. h. den Status der Kühlsteuerung im normalen Betrieb der aufgeheizten Brennkraftmaschine, wobei eine Start-Stop-Strategie, beispielweise das Abschalten der Brennkraftmaschine bei stehendem Fahrzeug und erneutes Starten, zum normalen Betrieb zählen kann. In der dritten Arbeitsposition wird dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks kontinuierlich Öl mittels erster Versorgungsleitung zugeführt. Das Öl durchströmt den Zylinderblock, entzieht dem Block Wärme und gelangt via Abführleitung aus dem Zylinderblock und zur Hauptölgalerie.

[0060] Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in der dritten Arbeitsposition die erste Rückführleitung versperrt. Das Versperren der ersten Rückführleitung in der dritten Arbeitsposition kann vorteilhaft sein, wenn stromabwärts des mindestens einen Kühlmittelmantels, beispielsweise in der Abführleitung, zweiten Versorgungsleitung und/oder der Hauptölgalerie ein möglichst großer Kühlmitteldurchsatz angestrebt wird bzw. erforderlich ist. Das Unterbinden eines Rückführens von Öl mittels erster Rückführleitung unterstützt Bemühungen, den relevanten Kühlmitteldurchsatz zu erhöhen bzw. zu maximieren.

[0061] Eine Ausführungsform der Brennkraftmaschine, bei der zumindest zeitweise ein möglichst großer Kühlmitteldurchsatz angestrebt werden könnte, ist eine Brennkraftmaschine, bei der stromabwärts des mindestens einen Kühlmittelmantels ein Wärmetauscher vorgesehen ist, durch den die zweite Versorgungsleitung und eine weitere flüssigkeitsführende Leitung führen und bei dem das als Kühlmittel dienende Öl mit der anderen Flüssigkeit interagiert, d. h. Wärme austauscht, beispielsweise um das Öl während der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine aufzuwärmen. Die andere Flüssigkeit könnte dabei Kühlwasser aus einem flüssigkeitsgekühlten Zylinderkopf sein.

[0062] Vorteilhaft sind dabei auch Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in der dritten Arbeitsposition die zweite Versorgungsleitung versperrt. Das Versperren der zweiten Versorgungsleitung in der dritten Arbeitsposition erhöht den Kühlmitteldurchsatz durch den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks und steigert damit den Wärmeentzug infolge Konvektion. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die zweite Versorgungsleitung als Bypassleitung fungiert, die das Öl an dem Zylinderblock vorbeiführt, d. h. eine Umgehung des mindestens einen Kühlmittelmantels des Zylinderblocks ermöglicht.

[0063] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in einer vierten Arbeitsposition die erste Rückführleitung zum schwerkraftgetriebenen Ablassen des Öls freigibt.

[0064] Die Steuerwalze wird vorzugsweise in die vierte Arbeitsposition überführt, d. h. verdreht, wenn die Brennkraftmaschine abgeschaltet wird, und zwar nicht automatisch im Rahmen einer Start-Stop-Strategie, bei der kurzfristig und selbsttätig ein Neustart erfolgt, sondern vielmehr gezielt vom Fahrer abgeschaltet wird. Das Überführen der Steuerwalze in die vierte Arbeitsposition dient dem Ablassen von Öl aus dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks, d. h. dem Entleeren des Kühlmittelmantels. Durch Ablassen von Öl aus dem Block wird die thermische Masse des Blocks um die abgelassene Ölmenge verkleinert, so dass bei einem Neustart weniger Masse aufzuheizen ist.

[0065] Wird die Brennkraftmaschine erneut gestartet, befindet sich die verdrehbare Steuerwalze wieder in der ersten Arbeitsposition, in der die erste Versorgungsleitung versperrt wird, um die Förderung von Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks zu unterbinden. Während der Warmlaufphase strömt kein Öl durch den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks hindurch, wodurch die Kühlleistung minimiert wird. Die Hauptöl-galerie wird mittels zweiter Versorgungsleitung mit Öl versorgt.

[0066] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Steuerwalze in der vierten Arbeitsposition eine Entlüftungsleitung freigibt, damit beim schwerkraftgetriebenen Ablassen des Öls Luft in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks gelangen kann.

[0067] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen der mindestens eine Zylinderkopf mit mindestens einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet ist, wobei dieser mindestens eine Kühlmittelmantel einlaßseitig eine Zuführleitung zur Versorgung mit Kühlmittel und auslaßseitig zur Ausbildung eines Kühlmittelkreislaufs eine dritte Rückführleitung zum Rückführen des Kühlmittels aufweist, wobei die dritte Rückführleitung mit der Zuführleitung zumindest verbindbar ist.

[0068] Wie der Zylinderblock kann auch der Zylinderkopf mit einem oder mehreren Kühlmittel-mänteln ausgestattet werden. Der Zylinderkopf ist in der Regel das thermisch höher belastete Bauteil, da der Kopf im Gegensatz zum Zylinderblock mit abgasführenden Leitungen versehen ist und die im Kopf integrierten Brennraumwände länger mit heißen Abgas

beaufschlagt sind als die im Zylinderblock vorgesehenen Zylinderrohre. Zudem verfügt der Zylinderkopf über eine geringere Bauteilmasse als der Block.

[0069] Aus diesem Grund ist es auch vorteilhaft, als Kühlmittel ein mit Additiven versetztes Wasser-Glykol-Gemisch einzusetzen, d. h. die Kühlung des Kopfes als Wasserkühlung auszubilden. Wasser hat gegenüber anderen Kühlmitteln den Vorteil einer sehr hohen Wärmekapazität, wie bereits weiter oben ausgeführt wurde.

[0070] Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen in der dritten Rückführleitung ein Wärmetauscher angeordnet ist, mit welchem dem durch den Kopf hindurch geführten Kühlmittel wieder die zuvor aufgenommene Wärme entzogen werden kann.

[0071] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen eine Bypassleitung vorgesehen ist, die von der dritten Rückführleitung stromaufwärts des Wärmetauschers abzweigt und mit der Zuführleitung zumindest verbindbar ist. Die Bypassleitung dient der Umgehung des Wärmetauschers, welche vorteilhaft ist im Rahmen der Warmlaufphase, wenn dem Kühlmittel keine Wärme entzogen werden soll, sondern vielmehr eine möglichst schnelle Aufheizung des Kühlmittels und damit der Brennkraftmaschine angestrebt wird.

[0072] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen ein zweiter Wärmetauscher vorgesehen ist, durch den die Bypassleitung und die zweite Versorgungsleitung führen. Das in der zweiten Versorgungsleitung befindliche Öl kann beim Durchströmen des zweiten Wärmetauschers mit dem Kühlmittel des Zylinderkopfes, welches durch die Bypassleitung strömt, interagieren, beispielsweise Wärme aufnehmen. Im letztgenannten Fall fungiert der Wärmetauscher als kühlmittelbetriebener Ölerhitzer.

[0073] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die erste Rückführleitung von dem mindestens einen Kühlmittelmantel abzweigt und in die Ölwanne mündet.

[0074] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine, bei denen die Abführleitung von dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks abzweigt und in die Steuereinheit mündet.

[0075] Die zweite der Erfindung zugrunde liegende Teilaufgabe, nämlich ein Verfahren zum Betreiben einer flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine einer zuvor beschriebenen Art aufzuzeigen, wird ge-

löst durch ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Steuerwalze ausgehend von der ersten Arbeitsposition, die dem schnellen Erwärmen des Zylinderblocks dient, in die zweite Arbeitsposition überführt wird, um den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks mit Öl zu füllen.

[0076] Das bereits für die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine Gesagte gilt auch für das erfindungsgemäße Verfahren. Korrespondierend zu den unterschiedlichen Ausführungsformen der Brennkraftmaschine ergeben sich entsprechende Verfahrensvarianten.

[0077] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 1** näher beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 schematisch eine erste Ausführungsform der Brennkraftmaschine.

[0078] **Fig. 1** zeigt eine erste Ausführungsform der Brennkraftmaschine **1** mitsamt Ölkreislauf **9** und Wasserkreislauf **18**. Die Brennkraftmaschine **1** umfaßt einen Zylinderkopf **1a** und einen Zylinderblock **1b**.

[0079] Der als obere Kurbelgehäusehälfte dienende Zylinderblock **1b** ist zur Ausbildung einer Ölkühlung mit einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet. Eine an den Zylinderblock **1b** montierbare Ölwanne **1c** dient zum Sammeln und Bevorraten des Motoröls, d. h. von Öl.

[0080] Der im Zylinderblock **1b** integrierte Kühlmittelmantel kann mittels einer ersten Versorgungsleitung **2** mittels Pumpe **3** mit Öl versorgt werden, welches aus der Ölwanne **1c** stammt und als Kühlmittel dient. Zum schwerkraftgetriebenen Ablassen des Öls aus dem Kühlmittelmantel dient eine erste Rückführleitung **4**, die mit der Ölwanne **1c** zumindest verbindbar ist. Durch Ablassen von Öl kann die in dem Kühlmittelmantel befindliche Ölmenge und damit die Kühlleistung des Zylinderblocks **1b** verringert werden. Zur Reinigung des Öls ist stromabwärts der Pumpe **3** ein Filter **17** vorgesehen.

[0081] Die Pumpe **3** ist zusätzlich oder alternativ mittels einer zweiten Versorgungsleitung **5** mit einer im Kurbelgehäuse vorgesehenen Hauptölgalerie **6** verbindbar. Die Hauptölgalerie **6** dient der Versorgung von Lagern mit Öl und ist mittels einer zweiten Rückführleitung **7**, die dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der Ölwanne **1c** ständig verbunden. Der Kühlmittelmantel des Zylinderblocks **1b** ist ebenfalls mittels einer Abführleitung **8** und zweiter Versorgungsleitung **5** mit der Hauptölgalerie **6** verbindbar.

[0082] Um die Leitungen **2**, **4**, **5**, **8** freizugeben bzw. zu versperren, ist eine Steuereinheit **10** vorgesehen,

die eine um ihre Längsachse zwischen Arbeitspositionen verdrehbare Steuerwalze aufweist. Die Steuerwalze ist in **Fig. 1** nicht dargestellt.

[0083] In einer ersten Arbeitsposition versperrt die Steuerwalze die erste Versorgungsleitung **2**, um die Förderung von Öl in den Kühlmittelmantel des Zylinderblocks **1b** zu unterbinden. Bei von Öl entleertem Kühlmittelmantel eignet sich die erste Arbeitsposition zur Aufheizung des Blocks während der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine **1**. Die zweite Versorgungsleitung **5** wird hingegen freigegeben, um die Hauptölgalerie **6** und die Lager mit aus der Ölwanne **1c** stammendem Öl zu versorgen.

[0084] In einer zweiten Arbeitsposition gibt die Steuerwalze die erste Versorgungsleitung **2** frei, um Öl in den Kühlmittelmantel des Zylinderblocks **1b** zu fördern. Ausgehend von einem entleerten Kühlmittelmantel und einer Steuerwalze in der ersten Arbeitsposition dient das Verdrehen der Walze in die zweite Arbeitsposition dem Befüllen des Kühlmittelmantels, weswegen auch die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die erste Rückführleitung **4** und die Abführleitung **8** vorzugsweise versperrt.

[0085] In einer dritten Arbeitsposition gibt die Steuerwalze die erste Versorgungsleitung **2** und die Abführleitung **8** frei, so dass Öl den Kühlmittelmantel des Zylinderblocks **1b** zwecks Kühlung durchströmen kann (durch bogenförmigen Pfeil kenntlich gemacht).

[0086] In einer vierten Arbeitsposition wird die erste Rückführleitung **4** zum schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl freigegeben, um den Kühlmittelmantel zu entleeren.

[0087] Der Zylinderkopf **1a** der Brennkraftmaschine **1** ist ebenfalls flüssigkeitsgekühlt und mit einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet, der einlaßseitig via Zuführleitung **11** mit Kühlmittel, d. h. mit Wasser, versorgt wird. Zur Ausbildung eines Kühlmittelkreislaufs **18** ist eine dritte Rückführleitung **12** vorgesehen, die mit der Zuführleitung **11** verbindbar ist und dem Rückführen des Kühlmittels von der Auslaßseite zur Einlaßseite dient. Eine Pumpe **15** zur Förderung des Wassers ist einlaßseitig in der Zuführleitung **11** angeordnet.

[0088] In der dritten Rückführleitung **12** ist ein Wärmetauscher **13** angeordnet, wobei eine Bypaßleitung **14** vorgesehen ist, die von der dritten Rückführleitung **12** stromaufwärts des Wärmetauschers **13** abzweigt und mit der Zuführleitung **11** verbunden ist.

[0089] Ein zweiter Wärmetauscher **16** dient der Wärmeübertragung zwischen den beiden Kühlflüssigkeiten, d. h. zwischen dem Wasser und dem Öl. Hierzu führen sowohl die Bypaßleitung **14** als auch die zwei-

te Versorgungsleitung 5 durch den Wärmetauscher 16 hindurch.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Brennkraftmaschine |
| 1a | Zylinderkopf |
| 1b | Zylinderblock |
| 1c | Ölwanne |
| 2 | erste Versorgungsleitung |
| 3 | Pumpe |
| 4 | erste Rückführleitung |
| 5 | zweite Versorgungsleitung |
| 6 | Hauptölgalerie |
| 7 | zweite Rückführleitung |
| 8 | Abführleitung |
| 9 | Ölkreislauf |
| 10 | Steuereinheit |
| 11 | Zuführleitung |
| 12 | dritte Rückführleitung |
| 13 | Wärmetauscher |
| 14 | Bypaßleitung |
| 15 | Pumpe |
| 16 | zweiter Wärmetauscher |
| 17 | Filter |
| 18 | Kühlmittelkreislauf, Wasserkreislauf |

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem Zylinderkopf (1a) und einem Zylinderblock (1b), bei der

- der als obere Kurbelgehäusehälfte dienende Zylinderblock (1b) mit mindestens einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet ist,
- eine an die obere Kurbelgehäusehälfte montierbare und als untere Kurbelgehäusehälfte dienende Ölwanne (1c) zum Sammeln und Bevorraten von Öl vorgesehen ist,
- der mindestens eine Kühlmittelmantel einlaßseitig zur Versorgung mit als Kühlmittel dienendem Öl via einer ersten Versorgungsleitung (2) mit einer Pumpe (3) zur Förderung von aus der Ölwanne (1c) stammendem Öl und auslaßseitig zum Abführen des Öls und zur Ausbildung eines Ölkreislaufs (9) via einer ersten Rückführleitung (4) mit der Ölwanne (1c) zumindest verbindbar ist, wobei die erste Rückführleitung (4) dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der zumindest ein Teil des Öls aus dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinder-

block (1b) unter Ausnutzung der Schwerkraft in die Ölwanne (1c) rückführbar ist, um die in dem mindestens einen Kühlmittelmantel befindliche Ölmenge und damit die Kühlleistung zu verringern,

- die Pumpe (3) via einer zweiten Versorgungsleitung (5) mit einer im Kurbelgehäuse vorgesehenen Hauptölgalerie (6), die der Ölversorgung von Lagern dient, verbindbar ist, wobei die Hauptölgalerie (6) via einer zweiten Rückführleitung (7), die dem schwerkraftgetriebenen Ablassen von Öl dient, mit der Ölwanne (1c) zumindest verbindbar ist, und
- der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblock (1b) via Abführleitung (8) mit der Hauptölgalerie (6) verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- eine Steuereinheit (10) vorgesehen ist, die eine um ihre Längsachse zwischen Arbeitspositionen drehbare Steuerwalze aufweist, welche in einer ersten Arbeitsposition die erste Versorgungsleitung (2) versperrt, um die Förderung von Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblock (1b) zu unterbinden, und die zweite Versorgungsleitung (5) freigibt, um die Pumpe (3) mit der Hauptölgalerie (6) zu verbinden und die Lager mit Öl zu versorgen.

2. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der ersten Arbeitsposition die erste Rückführleitung (4) versperrt und/oder die Abführleitung (8) versperrt.

3. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in einer zweiten Arbeitsposition die erste Versorgungsleitung (2) freigibt, um Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblock (1b) zu fördern.

4. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die erste Rückführleitung (4) versperrt.

5. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die Abführleitung (8) versperrt.

6. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die zweite Versorgungsleitung (5) freigibt, um die Pumpe (3) mit der Hauptölgalerie (6) zu verbinden und die Lager mit Öl zu versorgen.

7. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition die zweite Versorgungsleitung (5) versperrt.

8. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der zweiten Arbeitsposition eine Entlüftungsleitung freigibt, damit beim Befüllen des mindestens einen Kühlmittelmantels mit Öl Luft aus dem mindestens einen Kühlmittelmantel entweichen kann.

9. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in einer dritten Arbeitsposition die erste Versorgungsleitung (2) freigibt, um Öl in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks (1b) zu fördern, und die Abführleitung (8) freigibt, um den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks (1b) mit der Hauptöl-galerie (6) zu verbinden.

10. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der dritten Arbeitsposition die erste Rückführleitung (4) versperrt.

11. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der dritten Arbeitsposition die zweite Versorgungsleitung (5) versperrt.

12. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in einer vierten Arbeitsposition die erste Rückführleitung (4) zum schwerkraftgetriebenen Ablassen des Öls freigibt.

13. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze in der vierten Arbeitsposition eine Entlüftungsleitung freigibt, damit beim schwerkraftgetriebenen Ablassen des Öls Luft in den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks (1b) gelangen kann.

14. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Zylinderkopf (1a) mit mindestens einem integrierten Kühlmittelmantel ausgestattet ist, wobei dieser mindestens einen Kühlmittelmantel einlaßseitig eine Zuführleitung (11) zur Versorgung mit Kühlmittel und auslaßseitig zur Ausbildung eines Kühlmittelkreislaufs (18) eine dritte Rückführleitung (12) zum Rückführen des Kühlmittels aufweist, wobei die dritte Rückführleitung (12) mit der Zuführleitung (11) zumindest verbindbar ist.

15. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der dritten Rückführleitung (12) ein Wärmetauscher (13) angeordnet ist.

16. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bypassleitung (14) vorgesehen ist, die von der dritten Rückführleitung (12) stromaufwärts des Wärmetauschers (13) abzweigt und mit der Zuführleitung (11) zumindest verbindbar ist.

17. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweiter Wärmetauscher (16) vorgesehen ist, durch den die Bypassleitung (14) und die zweite Versorgungsleitung (5) führt.

18. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Rückführleitung (4) von dem mindestens einen Kühlmittelmantel abzweigt und in die Ölwanne (1c) mündet.

19. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abführleitung (8) von dem mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks (1b) abzweigt und in die Steuereinheit (10) mündet.

20. Verfahren zum Betreiben einer flüssigkeitsgekühlten Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerwalze ausgehend von der ersten Arbeitsposition, die dem schnellen Erwärmen des Zylinderblocks (1b) dient, in die zweite Arbeitsposition überführt wird, um den mindestens einen Kühlmittelmantel des Zylinderblocks (1b) mit Öl zu füllen.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

