

(19)



(11)

EP 2 385 229 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

09.11.2011 Patentblatt 2011/45

(51) Int Cl.:

F01P 3/02 (2006.01)

F01P 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10161879.1**

(22) Anmeldetag: **04.05.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME RS

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC
Dearborn, MI 48126 (US)**

(72) Erfinder:

- **Kuhlbach, Kai
51427, Bergisch Gladbach (DE)**
- **Mehring, Jan
50668, Köln (DE)**
- **Steiner, Bernd
51467, Bergisch-Gladbach (DE)**

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten
Henry-Ford Str. 1
50735 Köln (DE)**

(54) **Brennkraftmaschine mit Flüssigkeitskühlung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder umfassend

- mindestens einen Zylinderkopf, und
- eine Flüssigkeitskühlung, die mindestens zwei im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmäntel (2, 8) aufweist, wobei jeder Zylinder auslaßseitig mindestens eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase und einlaßseitig mindestens eine Einlaßöffnung zum Zuführen von Frischluft aufweist.

Es soll eine Brennkraftmaschine der vorstehend genann-

ten Art bereitgestellt werden, die sowohl hinsichtlich der Kühlung als auch hinsichtlich der Reibleistung optimiert ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Brennkraftmaschine, die dadurch gekennzeichnet ist, dass im Zylinderkopf mindestens ein Kühlmittelmantel (2) auslaßseitig und mindestens ein Kühlmittelmantel (8) einlaßseitig angeordnet ist, wobei diese mindestens zwei Kühlmittelmäntel (2, 8) voneinander getrennt sind und unterschiedlichen separaten Kühlmittelkreisläufen angehören.

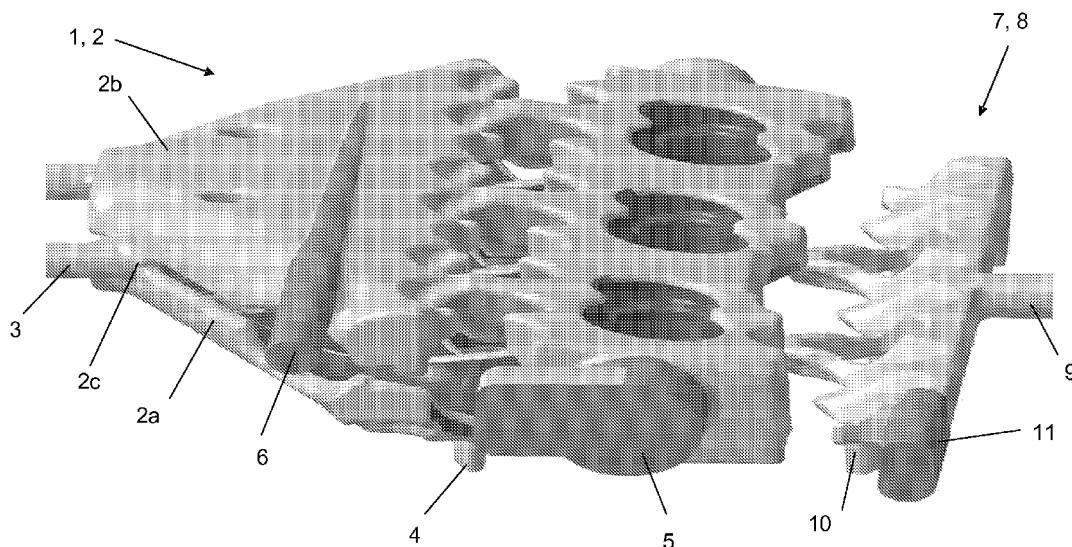


Fig. 1

EP 2 385 229 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder umfassend

- mindestens einen Zylinderkopf, und
- eine Flüssigkeitskühlung, die mindestens zwei im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmäntel aufweist, wobei jeder Zylinder auslaßseitig mindestens eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase und einlaßseitig mindestens eine Einlaßöffnung zum Zuführen von Frischluft aufweist.

[0002] 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.

[0003] Brennkraftmaschinen verfügen über einen Zylinderkopf und einen Zylinderblock, die zur Ausbildung der einzelnen Zylinder, d. h. Brennräume, an ihren Montage-Stirnseiten miteinander verbunden werden.

[0004] Der Zylinderkopf dient üblicherweise zur Aufnahme des Ventiltriebs. Es ist die Aufgabe des Ventiltriebes die Einlaß- und Auslaßöffnungen der Brennkammer rechtzeitig freizugeben bzw. zu verschließen.

[0005] Um den Ladungswechsel zu steuern, benötigt eine Brennkraftmaschine Steuerorgane und Betätigungseinrichtungen zur Betätigung der Steuerorgane. Im Rahmen des Ladungswechsels erfolgt das Ausschleiben der Verbrennungsgase über die Auslaßöffnungen und das Füllen des Brennraums, d. h. das Ansaugen des Frischgemisches bzw. der Frischluft, über die Einlaßöffnungen. Zur Steuerung des Ladungswechsels werden bei Viertaktmotoren nahezu ausschließlich Hubventile als Steuerorgane verwendet, die während des Betriebs der Brennkraftmaschine eine oszillierende Hubbewegung ausführen und auf diese Weise die Einlaß- und Auslaßöffnungen freigeben und verschließen. Der für die Bewegung der Ventile erforderliche Ventilbetätigungsmechanismus einschließlich der Ventile selbst wird als Ventiltrieb bezeichnet.

[0006] Eine Ventilbetätigungseinrichtung umfaßt häufig eine Nockenwelle, auf der eine Vielzahl von Nocken angeordnet ist. Grundsätzlich wird zwischen einer untenliegenden Nockenwelle und einer obenliegenden Nockenwelle unterschieden. Dabei wird Bezug genommen auf die Trennebene, d. h. Montagefläche, zwischen Zylinderkopf und Zylinderblock. Liegt die Nockenwelle oberhalb der Montagefläche handelt es sich um eine obenliegende Nockenwelle, andernfalls um eine untenliegende Nockenwelle. Obenliegende Nockenwellen werden vorzugsweise im Zylinderkopf gelagert.

[0007] Zur Aufnahme und Lagerung einer Nockenwelle im Zylinderkopf wird eine sogenannte Nockenwellenaufnahme mit mindestens zwei Lagern vorgesehen, wo-

bei die Lager in der Regel zweiteilig ausgeführt sind und jeweils einen Lagersattel und einen mit dem Lagersattel verbindbaren Lagerdeckel umfassen. Die Nockenwelle wird im Bereich der Wellenzapfen, die entlang der Nockenwellenachse beabstandet zueinander angeordnet und in der Regel als verdickte Wellenabsätze ausgebildet sind, gelagert. Dabei können Lagerdeckel und Lagersättel als separate Bauteile oder einteilig mit der Nockenwellenaufnahme ausgebildet sein. Zwischen der Nockenwelle und den Lagern können Lagerschalen als Zwischenelemente angeordnet werden.

[0008] 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 Zapfens. Die Bohrungen werden üblicherweise mit Motoröl, d. h. Schmieröl, versorgt, so dass sich idealerweise zwischen der Innenfläche jeder Bohrung und dem dazugehörigen Zapfen bei umlaufender Nockenwelle - ähnlich einem Gleitlager - ein tragfähiger Schmierfilm ausbildet. Alternativ kann ein Lager auch einteilig ausgebildet sein, beispielsweise bei einer gebauten Nockenwelle.

[0009] Zur Versorgung der Lager mit Öl ist eine Pumpe zur Förderung von Motoröl vorgesehen, wobei die Pumpe via Versorgungsleitung die Nockenwellenaufnahme, von der Kanäle zu den mindestens zwei Lagern führen, mit Motoröl versorgt. Dabei führt die Versorgungsleitung nach dem Stand der Technik von der Pumpe durch den Zylinderblock zur Nockenwellenaufnahme und passiert dabei die sogenannte Hauptölgalerie.

[0010] Zur Ausbildung der Hauptölgalerie wird häufig ein Hauptversorgungs kanal im Zylinderblock vorgesehen, der entlang der Längsachse der Kurbelwelle ausgerichtet ist. Der Hauptversorgungs kanal kann oberhalb oder unterhalb der Kurbelwelle im Kurbelgehäuse angeordnet sein oder auch in die Kurbelwelle integriert werden. Von der Hauptölgalerie führen Kanäle zu den Lagern der Kurbelwelle.

[0011] Die vorgesehene Pumpe selbst 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. Ölkreislauf, insbesondere in der Hauptölgalerie, sorgen.

[0012] Die Nockenwelle und die Kurbelwelle bzw. die dazugehörigen Lager, d. h. Aufnahmen, werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Verbraucher bezeichnet, da diese zur Erfüllung und Aufrechterhaltung ihrer Funktion Motoröl brauchen bzw. verbrauchen, d. h. mit Motoröl versorgt werden müssen.

[0013] Weitere Verbraucher können beispielsweise die Lager einer Pleuelstange oder einer gegebenenfalls vorgesehenen Ausgleichswelle sein. Ebenfalls Verbraucher im vorgenannten Sinne ist auch eine Spitzölküh-

lung, 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.

[0014] Ein hydraulisch betätigbarer Nockenwellenversteller oder andere Ventiltriebsbauteile, beispielsweise zum hydraulischen Ventilspielausgleich, haben ebenfalls einen Bedarf an Motoröl und bedürfen einer Ölversorgung.

[0015] Kein Verbraucher im vorgenannten Sinn ist ein in der Versorgungsleitung vorgesehener Ölfilter oder Ölkühler. Zwar werden auch diese Komponenten des Ölkreislaufs mit Motoröl versorgt. Prinzipbedingt bringt aber ein Ölkreislauf die Verwendung dieser Komponenten mit sich, die ausschließlich Aufgaben, d. h. Funktionen haben, welche das Öl als solches betreffen, wohingegen ein Verbraucher erst den Ölkreislauf notwendig macht.

[0016] Die Reibung in den mit Öl zu versorgenden Verbrauchern, beispielsweise den Lagern der Kurbelwelle, hängt maßgeblich von der Viskosität und damit von der Temperatur des bereitgestellten Öls ab und trägt zum Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine bei.

[0017] Grundsätzlich ist man bemüht, den Kraftstoffverbrauch zu minimieren. Neben einer verbesserten, d. h. effektiveren, Verbrennung steht dabei eben auch die Reduzierung der Reibleistung im Vordergrund der Bemühungen. Ein verminderter Kraftstoffverbrauch trägt zudem auch zu einer Reduzierung der Schadstoffemissionen bei.

[0018] Hinsichtlich einer Reduzierung der Reibleistung sind eine zügige Erwärmung des Motoröls und eine schnelle Aufheizung der Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem Kaltstart, zielführend. Die vergleichsweise 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, insbesondere in den mit Öl versorgten Lagern.

[0019] Aus dem Stand der Technik sind beispielsweise 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.

[0020] Andere Konzepte sehen vor, das im Betrieb erwärmte Motoröl in einem isolierten Behältnis zu speichern und bei Bedarf, beispielsweise einem erneuten Start 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 ein Erwärmen des Öls in der Regel während des Betriebs der Brennkraftmaschine erforderlich ist.

[0021] 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.

[0022] Abgesehen von den vorstehend genannten Vorrichtungen, die zusätzliche Kosten verursachen und einen zusätzlichen Raumbedarf haben, kann eine vorteilhafte Auslegung des Ölkreislaufs, insbesondere eine geeignete Führung der Versorgungsleitung durch den Zylinderblock bzw. Zylinderkopf, die Erwärmung des Motoröls nach einem Kaltstart unterstützen, d. h. beschleunigen.

[0023] Im Zusammenhang mit dem Ölkreislauf und der gewünschten schnellen Erwärmung des Öls nach einem Kaltstart muß grundsätzlich berücksichtigt werden, dass der Zylinderkopf und der Zylinderblock thermisch hochbelastete Bauteile sind, die eine Kühlung erfordern, und der Wärmehaushalt der Brennkraftmaschine primär durch diese Kühlung dominiert wird, d. h. die Auslegung der Brennkraftmaschine durch die Kühlung und nicht durch die möglichst schnelle Erwärmung des Motoröls bestimmt wird.

[0024] Die bei der Verbrennung durch die exotherme, chemische Umwandlung des Kraftstoffes freigesetzte Wärme wird teilweise über die den Brennraum begrenzenden Wandungen an den Zylinderkopf und den Zylinderblock und teilweise über den Abgasstrom an die angrenzenden Bauteile und die Umgebung abgeführt. Um die thermische Belastung des Zylinderkopfes in Grenzen zu halten, muß ein Teil des in den Zylinderkopf eingeleiteten Wärmestromes dem Zylinderkopf wieder entzogen werden. Die von der Oberfläche der Brennkraftmaschine durch Strahlung und Wärmeleitung an die Umgebung abgeführte Wärmemenge ist für eine effiziente Kühlung nicht ausreichend, weshalb in der Regel mittels erzwungener Konvektion gezielt eine Kühlung des Zylinderkopfes herbeigeführt wird.

[0025] Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Kühlung in Gestalt einer Luftkühlung oder einer Flüssigkeitskühlung auszuführen. Bei der Luftkühlung wird die Brennkraftmaschine mit einem Gebläse versehen, wobei der Wärmeabtransport mittels einer über die Oberfläche des Zylinderkopfes geführten Luftströmung erfolgt.

[0026] Hingegen erfordert die Flüssigkeitskühlung die Ausstattung der Brennkraftmaschine bzw. des Zylinderkopfes und/oder des Zylinderblocks mit einem Kühlmittelmantel, d. h. die Anordnung von das Kühlmittel durch den Zylinderkopf führenden Kühlmittelkanälen, was eine komplexe Struktur der Konstruktion bedingt. Dabei wird der mechanisch und thermisch hochbelastete Zylinderkopf durch das Einbringen der Kühlmittelkanäle einerseits in seiner Festigkeit geschwächt. Andererseits muß die Wärme nicht wie bei der Luftkühlung erst an die Zylinderkopfoberfläche geleitet werden, um abgeführt zu werden. Die Wärme wird bereits im Inneren des Zylinderkopfes an das Kühlmittel, in der Regel mit Additiven versetztes Wasser, abgegeben. Das Kühlmittel 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 Zylinderkopfes abgeführt und in einem Wärmetauscher dem Kühlmittel wieder ent-

zogen.

[0027] 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.

[0028] Aufgrund der höheren Wärmekapazität einer Flüssigkeit gegenüber Luft können mit einer Flüssigkeitskühlung wesentlich größere Wärmemengen abgeführt werden als mit einer Luftkühlung.

[0029] Moderne Brennkraftmaschinen werden zudem häufig mittels Abgasturbolader bzw. Kompressor aufgeladen und weisen zunehmend im Zylinderkopf integrierte Abgaskrümmen auf. Diese Maßnahmen führen dazu, dass der Zylinderkopf und der Zylinderblock thermisch höher belastet sind als bei einer herkömmlichen Brennkraftmaschine, weshalb erhöhte Anforderungen an die Kühlung zu stellen sind.

[0030] Aus den genannten Gründen wird bei einer Brennkraftmaschine nach dem Stand der Technik zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung häufig mindestens ein Kühlmittelmantel im Zylinderkopf integriert.

[0031] Bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine verfügt der Zylinderkopf über mindestens zwei Kühlmittelmäntel. Der Zylinderkopf kann beispielsweise auslaßseitig einen unteren Kühlmittelmantel, der zwischen den Abgasleitungen und der Montage-Stirnseite des Zylinderkopfes angeordnet ist, und einen oberen Kühlmittelmantel, der auf der dem unteren Kühlmittelmantel gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen angeordnet ist, aufweisen.

[0032] Die Kühlung sollte die Brennkraftmaschine, insbesondere den Zylinderkopf, sicher vor einer thermischen Überlastung schützen und vorzugsweise derart effizient sein, dass auf eine Anfettung ($\lambda < 1$) bei hohen Abgastemperaturen verzichtet werden kann. Bei einer Anfettung wird mehr Kraftstoff eingespritzt als mit der bereitgestellten Luftmenge überhaupt verbrannt werden kann, wobei der zusätzliche Kraftstoff ebenfalls erwärmt und verdampft wird, so dass die Temperatur der Verbrennungsgase sinkt. Diese Vorgehensweise ist aber unter energetischen Aspekten, insbesondere hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs der Brennkraftmaschine, und hinsichtlich der Schadstoffemissionen als nachteilig anzusehen. Insbesondere gestattet es die Anfettung nicht immer, die Brennkraftmaschine in der Weise zu betreiben, wie es beispielsweise für ein vorgesehenes Abgasnachbehandlungssystem erforderlich wäre.

[0033] Andererseits sollte der Brennkraftmaschine durch Kühlung nicht mehr Wärme entzogen werden als unbedingt erforderlich, da der Wärmeentzug bzw. die entzogene Wärmemenge Einfluß hat auf den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine. Nach dem Stand der Technik wird mehr als ein Viertel der eingesetzten Energie an das Kühlmittel, d. h. in der Regel an das Kühlwasser, der Flüssigkeitskühlung abgegeben und ungenutzt an die Umgebung abgeführt.

[0034] Vor dem Hintergrund des oben Gesagten ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, die sowohl hinsichtlich der Kühlung als auch hinsichtlich der Reibleistung optimiert ist.

[0035] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder umfassend

- mindestens einen Zylinderkopf, und
- eine Flüssigkeitskühlung, die mindestens zwei im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmäntel aufweist, wobei jeder Zylinder auslaßseitig mindestens eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase und einlaßseitig mindestens eine Einlaßöffnung zum Zuführen von Frischluft aufweist, und die dadurch gekennzeichnet ist, dass
- im Zylinderkopf mindestens ein Kühlmittelmantel auslaßseitig und mindestens ein Kühlmittelmantel einlaßseitig angeordnet ist, wobei diese mindestens zwei Kühlmittelmäntel voneinander getrennt sind und unterschiedlichen separaten Kühlmittelkreisläufen angehören.

[0036] Der Zylinderkopf der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine verfügt über zwei voneinander unabhängige Kühlmittelkreisläufe, die jeweils mindestens einen Kühlmittelmantel umfassen und insbesondere mit unterschiedlichen Kühlmitteln betrieben werden können und vorzugsweise betrieben werden.

[0037] Diese Ausgestaltung bzw. Ausbildung der Flüssigkeitskühlung gestattet eine bedarfsgerechte Kühlung der Einlaßseite einerseits und der Auslaßseite andererseits und zwar unabhängig voneinander und entsprechend dem jeweiligen Anforderungsprofil.

[0038] Erfindungsgemäß ist der mindestens eine Kühlmittelmantel des einen Kreislaufts auslaßseitig und der mindestens eine Kühlmittelmantel des anderen Kreislaufts einlaßseitig angeordnet, so dass für die Einlaßseite und die Auslaßseite unterschiedliche Kühlleistungen realisiert werden können und zwar nicht nur durch den Einsatz unterschiedlicher Kühlmittel. Vielmehr kann die Pumpenleistung jedes Kreislaufts unabhängig voneinander gewählt und eingestellt werden und damit auch der Kühlmitteldurchsatz, d. h. das Fördervolumen. Hierdurch kann Einfluß auf die Durchflußgeschwindigkeit genommen werden, die den Wärmeübergang durch Konvektion maßgeblich mitbestimmt.

[0039] Auf diese Weise kann dem Zylinderkopf einlaßseitig weniger Wärme und auslaßseitig mehr Wärme entzogen werden.

[0040] Insbesondere gestattet die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine die Verwendung von Öl als Kühlmittel für die Einlaßseite und die Verwendung von Wasser als Kühlmittel für die thermisch höher bzw. thermisch hoch belastete Auslaßseite des Zylinderkopfes.

[0041] Öl hat eine im Vergleich zu Wasser geringere Wärmekapazität, wodurch die Kühlleistung einlaßseitig

gegenüber einer Verwendung von Wasser als Kühlmittel spürbar vermindert werden kann. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Flüssigkeitskühlung bietet die Möglichkeit, dem Zylinderkopf einlaßseitig nur so viel Wärme zu entziehen, wie es tatsächlich erforderlich ist, um eine Überhitzung zu verhindern, wohingegen die Einlaßseite nach dem Stand der Technik aufgrund der einheitlichen Verwendung von Wasser als Kühlmittel stärker gekühlt wird als dies eigentlich erforderlich ist, da die Auslegung der Kühlung im Hinblick auf die thermisch stärker beanspruchte Auslaßseite erfolgt. Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine ist damit hinsichtlich der Kühlung optimiert. Der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine wird durch die erfindungsgemäße Flüssigkeitskühlung erhöht.

[0042] Darüber hinaus hat die Verwendung von Öl als Kühlmittel für den mindestens einen einlaßseitigen Kühlmittelmantel einen weiteren Vorteil. Bildet der einlaßseitige Kühlmittelmantel den Ölkreislauf der Brennkraftmaschine, welcher via Versorgungsleitung Verbraucher mit Öl versorgt, mit aus, erwärmt sich das Motoröl nach einem Kaltstart schneller.

[0043] Das Öl durchströmt dann nämlich beim Passieren des Zylinderkopfes den einlaßseitigen Kühlmittelmantel, dessen ureigenste Funktion die vorliegend gewünschte Wärmeübertragung ist. Der einlaßseitige Kühlmittelmantel wird dabei zur Erwärmung des Öls während der Warmlaufphase genutzt und entsprechend seiner originären Funktion zur Kühlung des Zylinderkopfes bei warmgelaufener Brennkraftmaschine. In beiden Fällen dient der einlaßseitige Kühlmittelmantel dem Wärmeeintrag in das Öl.

[0044] Während die Wärme, die nach einem Kaltstart einlaßseitig in das Kühlmittel eingebracht wird, bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in vorteilhafter Weise für eine schnelle Erwärmung des Öls sorgt und damit das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine verbessert wird, wird die Wärme, die nach dem Stand der Technik in das als Kühlmittel dienende Kühlwasser eingebracht wird, ungenutzt abgeführt. Letztgenannter Wärmeübergang steht einer schnellen Erwärmung des Öls sogar entgegen. Die Erwärmung des Öls während der Warmlaufphase verzögert sich dabei, da einem Warmlaufen der Brennkraftmaschine entgegengewirkt wird und damit auch einer Aufheizung des Öls beim Passieren des Zylinderkopfes bzw. Zylinderblocks.

[0045] Der einlaßseitige Kühlmittelmantel erweist sich im Hinblick auf die Erwärmung des Öls während der Warmlaufphase prinzipbedingt als überaus geeignet. Zum einen verfügt der Kühlmittelmantel - insbesondere im Vergleich zu einer Leitung - über eine große Oberfläche, was den Wärmeübergang infolge Konvektion erhöht. Zum anderen ist der Zylinderkopf, in den der Kühlmittelmantel integriert ist, thermisch besonders hoch belastet, was den Wärmeeintrag in das Motoröl während der Warmlaufphase aufgrund des vergleichsweise großen Temperaturunterschieds bzw. Temperaturgefälles fördert.

[0046] Aus den vorstehend genannten Gründen sind somit insbesondere Ausführungsformen der Brennkraftmaschine vorteilhaft, bei denen der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel einem Kühlwasserkreislauf angehört, wohingegen der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel einem Ölkreislauf angehört.

[0047] Die erfindungsgemäß ausgestaltete Brennkraftmaschine erweist sich während der Warmlaufphase, insbesondere nach einem Kaltstart, als besonders vorteilhaft. Nach einem Stillstand des Fahrzeuges, d. h. bei einem Neustart der Brennkraftmaschine, durchströmt das Öl den zum Ölkreislauf gehörenden einlaßseitigen Kühlmittelmantel des Zylinderkopfes, der sich infolge der ablaufenden Verbrennungsprozesse vergleichsweise schnell erwärmt, wodurch bereits unmittelbar nach dem Start größere Wärmemengen in das Öl eingetragen werden können. Das für die Verbraucher bereitgestellte Öl wird folglich schneller erwärmt.

[0048] Erwärmtes Öl bzw. Öl einer höheren Temperatur weist eine geringere Viskosität auf, was die Reibleistung der Brennkraftmaschine senkt und den Wirkungsgrad verbessert. Infolgedessen wird durch das Erwärmen des Öls der Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine spürbar reduziert, insbesondere nach einem Kaltstart.

[0049] Mit der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine wird - wie ausführlich dargelegt - die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe gelöst, nämlich eine Brennkraftmaschine bereitzustellen, die sowohl hinsichtlich der Kühlung als auch hinsichtlich der Reibleistung optimiert ist.

[0050] Der wesentliche Vorteil der erfindungsgemäßen Vorgehensweise gegenüber Konzepten, bei denen das Öl mittels Heizvorrichtung aktiv erwärmt wird, besteht in dem vergleichsweise einfachen Aufbau der erfindungsgemäßen Ölerwärmung. Es sind grundsätzlich keine zusätzlichen Bauteile erforderlich, insbesondere keine externe Heizvorrichtung. Mit der Heizvorrichtung entfällt auch der durch eine derartige Vorrichtung bedingte Kraftstoffmeherverbrauch. Erfindungsgemäß wird ein zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung vorzusehender Kühlmittelmantel einem ohnehin vorhandenen Ölkreislauf zugeordnet, um das Öl beim Warmlaufen schneller erwärmen zu können.

[0051] Mit Hinblick auf Konzepte, bei denen im Betrieb erwärmtes Motoröl in einem isolierten Behältnis gespeichert und bei einem erneuten Start der Brennkraftmaschine zur Versorgung der Verbraucher genutzt wird, muß berücksichtigt werden, dass das im Betrieb erwärmte Öl zeitlich nicht unbegrenzt auf hoher Temperatur gehalten werden kann und auch dieses Konzept, wenn auch keinen zusätzlichen Kraftstoff, dann doch zusätzliche Bauteile benötigt.

[0052] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen der Kühlwasserkreislauf keinen einlaßseitigen Kühlmittelmantel umfaßt. D. h. die Einlaßseite des Zylinderkopfes wird ausschließlich ölgekühlt, weshalb die Wärme nicht ungenutzt mit dem Kühl-

wasser abgeführt wird.

[0053] Diese Ausführungsform bzw. Ausgestaltung der Flüssigkeitskühlung stellt sicher, dass die dem Zylinderkopf einlaßseitig entzogene Wärme ausschließlich und vollständig zur Erwärmung des Motoröls verwendet wird und nicht ungenutzt über das Kühlwasser an die Umgebung abgeführt wird. Dadurch wird der Wärmehaushalt der Brennkraftmaschine weiter optimiert.

[0054] Bei Brennkraftmaschinen, bei denen der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel einem Ölkreislauf angehört, sind Ausführungsformen vorteilhaft, bei denen der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist, der als obere Kurbelgehäusehälfte zur Aufnahme einer Kurbelwelle in mindestens zwei Lagern dient und mit einer als untere Kurbelgehäusehälfte dienenden Ölwanne, die zum Sammeln und Bevorraten von Motoröl vorgesehen ist, auf der dem Zylinderkopf abgewandten Seite verbunden ist, wobei eine Pumpe vorgesehen ist zur Förderung des Motoröls via Versorgungsleitung zu mindestens einem Verbraucher innerhalb des Ölkreislaufs.

[0055] Vorliegend wird das dem mindestens einen Verbraucher zugeführte Öl im einlaßseitigen Kühlmittelmantel, der Teil des Ölkreislaufs ist, erwärmt, was insbesondere nach einem Kaltstart vorteilhaft ist und die Reibleistung der Brennkraftmaschine spürbar vermindert.

[0056] Wie bereits einleitend erwähnt, werden der mindestens eine Zylinderkopf und der Zylinderblock im Rahmen der Montage an ihren Montage-Stirnseiten miteinander verbunden, d.h. in der Regel mittels Gewindebolzen miteinander verschraubt. Zur Abdichtung der Brennräume wird häufig zwischen dem Zylinderblock und dem Zylinderkopf eine Dichtung angeordnet.

[0057] Der Zylinderblock weist zur Aufnahme der Kolben bzw. der Zylinderrohre eine entsprechende Anzahl an Zylinderbohrungen auf. Der Kolben jedes Zylinders 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.

[0058] Der Kolben dient der Übertragung der durch die Verbrennung generierten Gaskräfte auf die Kurbelwelle. Hierzu ist der Kolben mittels eines Pleuelbolzens mit einer Pleuelstange gelenkig verbunden, die wiederum an der Kurbelwelle beweglich gelagert ist.

[0059] Die im Kurbelgehäuse gelagerte Kurbelwelle nimmt die Pleuelstangenkräfte auf, wobei die oszillierende Hubbewegung der Kolben in eine rotierende Drehbewegung der Kurbelwelle transformiert wird. Ein Teil der auf die Kurbelwelle übertragenen Energie wird in der Regel zum Antrieb von Hilfsaggregaten wie der Ölpumpe und der Lichtmaschine verwendet oder dient dem Antrieb

der Nockenwelle und damit der Betätigung des Ventiltriebes.

[0060] 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. Die Ölwanne dient dem Sammeln und Bevorraten des Motoröls und ist Teil des Ölkreislaufs. Darüber hinaus dient die Ölwanne als Wärmetauscher zur Absenkung der Öltemperatur bei warmgelaufener Brennkraftmaschine. Das in der Ölwanne befindliche Öl wird dabei durch Wärmeleitung und Konvektion mittels an der Außenseite vorbeigeführter Luftströmung gekühlt.

[0061] Zur Aufnahme und Lagerung der Kurbelwelle sind mindestens zwei Lager im Kurbelgehäuse vorgesehen. Für diese Lager bzw. die Lagerung des Kurbelgehäuses gilt das im Zusammenhang mit der Nockenwellenlagerung Gesagte in analoger Weise, weshalb auf die entsprechenden Ausführungen Bezug genommen wird.

[0062] Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die Versorgungsleitung in eine Hauptölgalerie mündet, von der Kanäle zu den mindestens zwei Lagern der Kurbelwelle führen, um die mindestens zwei Lager mit Motoröl zu versorgen.

[0063] Gemäß dieser Ausführungsform werden die Lager der Kurbelwelle mit Öl versorgt, das im einlaßseitigen Kühlmittelmantel erwärmt wird, was die Reibung in den Lagern deutlich vermindert und sich vorteilhaft auf das Warmlaufverhalten der Brennkraftmaschine auswirkt.

[0064] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die Versorgungsleitung stromaufwärts der Hauptölgalerie durch den Zylinderkopf hindurchführt, vorzugsweise durch den einlaßseitigen Kühlmittelmantel des Zylinderkopfes.

[0065] Die Versorgungsleitung des Ölkreislaufs führt durch den Zylinderkopf hindurch bzw. durch den einlaßseitigen Kühlmittelmantel bevor diese Leitung stromabwärts in die Hauptölgalerie mündet. Das Öl wird vorliegend im Zylinderkopf erwärmt und erst dann zur Schmierung der Lager der Kurbelwelle eingesetzt. Während das Motoröl nach dem Stand der Technik von der Hauptölgalerie zum Zylinderkopf strömt, wird es vorliegend vom Zylinderkopf zur Hauptölgalerie geleitet, was die Reibung in den Lagern vermindert und den Kraftstoffverbrauch reduziert.

[0066] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen die Versorgungsleitung des Ölkreislaufs stromabwärts der Pumpe zunächst durch den Zylinderkopf hindurchführt bevor diese Versorgungsleitung in den Zylinderblock eintritt.

[0067] Diese Ausführungsform nutzt den Umstand, dass der Zylinderkopf thermisch hoch belastet ist, insbesondere thermisch höher belastet ist als der Zylinderblock, so dass die Erwärmung des Öls, d.h. der Anstieg der Öltemperatur bei einem Durchströmen des Zylinder-

kopfes deutlicher ausfällt als beim Durchströmen des Zylinderblocks.

[0068] Nach einem Kaltstart erwärmt sich der Zylinderkopf infolge der ablaufenden Verbrennungsprozesse schneller, insbesondere im Vergleich zum Zylinderblock. Die in Rede stehende Ausführungsform, d. h. die vorgeschlagene Strömungsführung, gewährleistet, dass die Kurbelwellenlager schneller mit vorerwärmten Öl versorgt werden und verhindert insbesondere, dass dem in den Zylinderkopf eintretenden Öl stromaufwärts im Zylinderblock Wärme entzogen wird.

[0069] Vorteilhaft können aber auch Ausführungsformen der Brennkraftmaschine sein, bei denen die Versorgungsleitung zunächst durch den Zylinderblock und anschließend, d. h. stromabwärts, durch den Zylinderkopf hindurchführt, vorzugsweise durch den einlaßseitigen Kühlmittelmantel.

[0070] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen zur Versorgung der Nockenwellenlager mit Öl die Versorgungsleitung vom einlaßseitigen Kühlmittelmantel zur Nockenwellenaufnahme führt.

[0071] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist.

[0072] Neben dem Zylinderkopf ist auch der Zylinderblock ein thermisch hoch belastetes Bauteil, so dass es erforderlich bzw. vorteilhaft sein kann, auch den Zylinderblock zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mit einem Kühlmittelmantel auszustatten. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn weniger temperaturfeste Werkstoffe eingesetzt werden sollen oder bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen, die thermisch höher belastet sind als Saugmotoren.

[0073] Bei Brennkraftmaschinen mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, sind beispielsweise Ausführungsformen vorteilhaft, bei denen der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks dem Kühlwasserkreislauf angehört. Wasser zeichnet sich durch eine hohe Wärmekapazität aus, weshalb bei Verwendung von Wasser als Kühlmittel größere Wärmemengen abgeführt werden können.

[0074] Wasser hat - wie bereits erwähnt - gegenüber anderen Kühlmitteln den weiteren Vorteil, dass es nicht toxisch, leicht verfügbar und kostengünstig ist.

[0075] Bei Brennkraftmaschinen mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, können auch Ausführungsformen vorteilhaft sein, bei denen der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks dem Ölkreislauf angehört.

[0076] Gegenüber der Verwendung von Wasser hat Öl als Kühlmittel den Vorteil, dass es nicht korrosiv ist, vielmehr sogar einen Korrosionsschutz bietet und im Gegensatz zu Wasser mit - insbesondere sich bewegenden

- Bauteilen ohne weiteres in Kontakt kommen kann, ohne dass die Funktionstüchtigkeit der Brennkraftmaschine gefährdet wäre.

[0077] Darüber hinaus wird Öl ohnehin via Versorgungsleitung durch den Zylinderblock geführt, d. h. dem Block zugeführt, um die Verbraucher, insbesondere die Kurbelwelle, mit Öl zu versorgen.

[0078] Mit der Ausstattung des Zylinderblocks mit einem Kühlmittelmantel zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung unter Verwendung von Motoröl als Kühlmittel kann die Erwärmung des Öls während der Warmlaufphase weiter beschleunigt werden.

[0079] Bei Brennkraftmaschinen der vorstehend genannten Art mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, sind Ausführungsformen vorteilhaft, bei denen der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks stromaufwärts des mindestens einen Kühlmittelmantels des Zylinderkopfes angeordnet ist.

[0080] Aber auch Ausführungsformen, bei denen der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks stromabwärts des mindestens einen Kühlmittelmantels des Zylinderkopfes angeordnet ist, können vorteilhaft sein.

[0081] Welche Anordnung von Block und Kopf bzw. Strömungsrichtung des Kühlmittels zu bevorzugen ist, hängt vom Einzelfall ab, insbesondere auch davon, welches Kühlmittel verwendet wird bzw. welchem Kühlkreislauf der Kühlmittelmantel des Blocks angehört.

[0082] Bei Brennkraftmaschinen, bei denen der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Einlaßöffnung eine Ansaugleitung anschließt, sind Ausführungsformen vorteilhaft, die dadurch gekennzeichnet sind, dass der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Ansaugleitung angeordnet ist.

[0083] Gemäß dieser Ausführungsform liegt der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel auf der dem Zylinderblock zugewandten Seite des Ansaugsystems. Dies läßt genügend Bauraum auf der dem Block abgewandten Seite des Zylinderkopfes, beispielsweise zur Anordnung einer Nockenwellenaufnahme, und führt zu einer kompakten Bauweise.

[0084] Bei Brennkraftmaschinen, bei denen der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, sind Ausführungsformen vorteilhaft, die dadurch gekennzeichnet sind, dass der mindestens eine auslaßseitige Kühlmittelmantel zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist.

[0085] Gemäß dieser Ausführungsform liegt der mindestens eine auslaßseitige Kühlmittelmantel auf der dem Zylinderblock zugewandten Seite. Dies läßt genügend Bauraum auf der dem Block abgewandten Seite des Zylinderkopfes, beispielsweise zur Anordnung einer Nockenwellenaufnahme, und führt zu einer kompakten Bau-

weise.

[0086] Bei Brennkraftmaschinen, bei denen der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, sind Ausführungsformen vorteilhaft, die dadurch gekennzeichnet sind, dass mindestens zwei auslaßseitige Kühlmittelmäntel vorgesehen sind, wobei ein unterer Kühlmittelmantel zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist und ein oberer Kühlmittelmantel auf der dem unteren Kühlmittelmantel gegenüberliegenden Seite der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist.

[0087] Gemäß dieser Ausführungsform liegt ein erster, unterer Kühlmittelmantel auf der dem Zylinderblock zugewandten Seite des Abgasabfuhrsystems, während ein zweiter, oberer Kühlmittelmantel auf der dem Zylinderblock abgewandten Seite des Abgasabfuhrsystems angeordnet ist.

[0088] Vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang insbesondere Ausführungsformen, bei denen mindestens eine Verbindung zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen ist, die dem Durchtritt von Kühlmittel dient. Vorzugsweise liegt die mindestens eine Verbindung auf der den Zylindern abgewandten Seite des Krümmers. Durch das Vorsehen einer Verbindung kann eine sehr effiziente Kühlung ausgebildet werden, wie sie thermisch hochbelastete Brennkraftmaschinen erfordern, beispielsweise aufgeladene Brennkraftmaschinen, die mit einem integrierten Abgaskrümmern ausgestattet sind.

[0089] Die Kühlung des Zylinderkopfes kann zusätzlich und vorteilhafterweise dadurch verbessert werden, dass zwischen dem oberen und dem unteren Kühlmittelmantel ein Druckgefälle generiert wird, wodurch die Geschwindigkeit in der mindestens einen Verbindung erhöht wird, was zu einem erhöhten Wärmeübergang infolge Konvektion führt.

[0090] Der untere und der obere Kühlmittelmantel können dabei über ihre gesamte Breite miteinander verbunden sein oder aber auch nur abschnittsweise, d.h. über einen Teilbereich der Kühlmittelmäntel. Dadurch können die Strömungsgeschwindigkeit in der mindestens einen Verbindung beeinflusst werden und damit der Wärmeübergang durch Konvektion.

[0091] Die mindestens eine Verbindung ist bei einem integrierten Krümmer vorzugsweise benachbart zu dem Bereich angeordnet, in dem die Abgasleitungen zu der Gesamtabgasleitung zusammenführen, wobei der Abstand zwischen der mindestens einen Verbindung und der Gesamtabgasleitung vorzugsweise kleiner ist als der Durchmesser bzw. der halbe Durchmesser eines Zylinders. Der Abstand bestimmt sich aus der Wegstrecke zwischen der Außenwandung der Gesamtabgasleitung und der Außenwandung der Verbindung.

[0092] Bei Brennkraftmaschinen mit mindestens zwei Zylindern sind Ausführungsformen vorteilhaft, bei denen die Abgasleitungen von mindestens zwei Zylindern in-

nerhalb des Zylinderkopfes unter Ausbildung eines integrierten Abgaskrümmers zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen.

[0093] Stromabwärts des Krümmers werden die Abgase dann gegebenenfalls der Turbine eines Abgasturboladers und/oder einem oder mehreren Abgasnachbehandlungssystemen zugeführt.

[0094] Dabei ist man zum einen bemüht, die Turbine möglichst nahe am Auslaß der Brennkraftmaschine anzuordnen, um auf diese Weise die Abgasenthalpie der heißen Abgase optimal nutzen zu können und ein schnelles Ansprechverhalten des Turboladers zu gewährleisten. Zum anderen soll auch der Weg der heißen Abgase zu den verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen möglichst kurz sein, damit den Abgasen wenig Zeit zur Abkühlung eingeräumt wird und die Abgasnachbehandlungssysteme möglichst schnell ihre Betriebstemperatur bzw. Anspringtemperatur erreichen, insbesondere nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine.

[0095] In diesem Zusammenhang ist man daher grundsätzlich bemüht, die thermische Trägheit des Teilstücks der Abgasleitung zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Abgasnachbehandlungssystem bzw. zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Abgasturbolader zu minimieren, was durch Reduzierung der Masse und der Länge dieses Teilstückes erreicht werden kann.

[0096] Zielführend dabei ist die Integration des Abgaskrümmers in den Zylinderkopf. Diese Maßnahme gestattet darüber hinaus ein möglichst dichtes Packaging der Antriebseinheit.

[0097] Ausführungsformen des Zylinderkopfes mit beispielsweise vier in Reihe angeordneten Zylindern, bei denen die Abgasleitungen der außenliegenden Zylinder und die Abgasleitungen der innenliegenden Zylinder jeweils zu einer Gesamtabgasleitung zusammengeführt werden, sind ebenfalls Zylinderköpfe der in Rede stehenden Art.

[0098] Vorteilhaft sind aber Ausführungsformen des Kopfes, bei denen die Abgasleitungen sämtlicher Zylinder des Zylinderkopfes innerhalb des Zylinderkopfes zu einer einzigen, d. h. gemeinsamen, Gesamtabgasleitung zusammengeführt werden.

[0099] Vorteilhaft sind Ausführungsformen der Brennkraftmaschine, bei denen jeder Zylinder mindestens zwei Auslaßöffnungen zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist. Während des Ausschlebens der Abgase im Rahmen des Ladungswechsels ist es ein vorrangiges Ziel, möglichst schnell möglichst große Strömungsquerschnitte freizugeben, um ein effektives Abführen der Abgase zu gewährleisten, weshalb das Vorsehen von mehr als einer Auslaßöffnung vorteilhaft ist.

[0100] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen, bei denen zunächst die Abgasleitungen der mindestens zwei Auslaßöffnungen jedes Zylinders zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammenführen bevor die Teilabgasleitungen von mindestens zwei Zylindern zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen.

[0101] Die Gesamtwegstrecke aller Abgasleitungen

wird hierdurch weiter verkürzt. Das stufenweise Zusammenführen der Abgasleitungen zu einer Gesamtabgasleitung trägt zudem zu einer kompakteren, d. h. weniger voluminösen, Bauweise des Zylinderkopfes und damit insbesondere zu einer Gewichtsreduzierung und einem effektiveren Packaging im Motorraum bei.

[0102] Vorteilhaft können aber auch Ausführungsformen sein, bei denen jeder Zylinder eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist.

[0103] Vorteilhaft sind Ausführungsformen, bei denen die Brennkraftmaschine eine aufgeladene Brennkraftmaschine ist, vorzugsweise eine mittels Abgasturboaufladung aufgeladene Brennkraftmaschine.

[0104] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß den Figuren 1 und 2 näher beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 in einer leicht angestellten Draufsicht die Sandkerne der im Zylinderkopf zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung integrierten Kühlmittelmäntel einer ersten Ausführungsform der Brennkraftmaschine, und

Fig. 2 in einer Seitenansicht die in Figur 1 dargestellten Sandkerne mit Blick in Richtung Kurbelwellenlängsachse.

[0105] Figur 1 zeigt in einer leicht angestellten Draufsicht die Sandkerne 1, 7 der Kühlmittelmäntel 2, 8 zweier voneinander getrennter Kühlmittelkreisläufe, wie sie gemäß einer ersten Ausführungsform im Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine integriert werden.

[0106] Mit den Sandkernen 1, 7 veranschaulicht Figur 1 auch grob die im fertigen Zylinderkopf integrierten Teilstücke der beiden Kühlkreisläufe, nämlich die entsprechenden Kühlmittelmäntel 2, 8, weshalb die Sandkerne 1, 7 auch die Bezugszeichen für die dazugehörigen Kühlmittelmäntel 2, 8 tragen.

[0107] Zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung werden im Zylinderkopf auslaßseitig zwei Kühlmittelmäntel 2a, 2b und einlaßseitig ein Kühlmittelmantel 8 angeordnet, wobei die zwei auslaßseitigen Kühlmittelmäntel 2a, 2b einem Kühlwasserkreislauf angehören und der einlaßseitige Kühlmittelmantel 8 Teil eines separaten Ölkreislaufs ist. Die beiden Kühlmittelkreisläufe, nämlich der Kühlwasserkreislauf einerseits und der Kühltölkreislauf andererseits, sind voneinander getrennt.

[0108] Es handelt sich vorliegend um die Sandkerne 1, 7 eines Zylinderkopfes eines Drei-Zylinder-Reihenmotors, bei dem jeder Zylinder auslaßseitig zwei Auslaßöffnungen zum Abführen der Abgase aus den Zylindern und einlaßseitig zwei Einlaßöffnungen zum Zuführen von Frischluft zu den Zylindern aufweist, wobei sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung und an jede Einlaßöffnung eine Ansaugleitung anschließt. Die Abgasleitungen der drei Zylinder führen innerhalb des Zylinderkopfes unter Ausbildung eines integrierten Abgaskrümmers zu einer Gesamtabgasleitung zusammen (nicht dargestellt).

Der Zylinderkopf wird an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden.

[0109] Gemäß Figur 1 ist der einlaßseitige Kühlmittelmantel 8 des Ölkreislaufs zwischen der Montage-Stirnseite und den Ansaugleitungen angeordnet. Der auslaßseitige Kühlwasserkreislauf umfaßt zwei auslaßseitige Kühlmittelmäntel 2a, 2b, von denen ein unterer Kühlmittelmantel 2a zwischen der Montage-Stirnseite und dem integrierten Abgaskrümmers angeordnet ist und ein oberer Kühlmittelmantel 2b auf der dem unteren Kühlmittelmantel 2a gegenüberliegenden Seite des Abgaskrümmers. Folglich liegt der Krümmer zwischen dem unteren Kühlmittelmantel 2a und dem oberen Kühlmittelmantel 2b und wird von diesen Kühlmittelmänteln 2a, 2b großflächig umhüllt. Der Kühlwasserkreislauf umfaßt keinen einlaßseitigen Kühlmittelmantel.

[0110] Auf der den Zylindern abgewandten Seite des Abgaskrümmers, auf der auch die Gesamtabgasleitung aus dem Zylinderkopf austritt, sind zwei Verbindungen 2c zwischen dem unteren Kühlmittelmantel 2a und dem oberen Kühlmittelmantel 2b vorgesehen, die dem Durchtritt von Kühlwasser dienen, wobei in der Draufsicht nach Figur 1 nur eine Verbindung 2c sichtbar ist.

[0111] Die beiden Verbindungen 2c sind benachbart zur Gesamtabgasleitung angeordnet, d. h. zu dem Bereich des Krümmers, an dem die Abgasleitungen zusammenführen und der Zylinderkopf thermisch besonders hoch belastet.

[0112] Zur Entfernung der Sandkerne 1, 7 nach dem Gießen des Zylinderkopfes sind Zugänge vorgesehen, die während des Gießvorganges auch als Sandkernstützen 3, 9 dienen. Die Zugänge werden nach dem Gießen verschlossen. Derartige Zugänge können aber grundsätzlich auch im Rahmen der Flüssigkeitskühlung für die Zufuhr bzw. Abfuhr von Kühlmittel zu den Kühlmittelmänteln bzw. Kreisläufen verwendet werden.

[0113] Die Zugänge zu den auslaßseitigen Kühlmittelmänteln 2a, 2b sind im Bereich der beiden Verbindungen 2c vorgesehen, über welche der untere Kühlmittelmantel 2a und der obere Kühlmittelmantel 2b miteinander kommunizieren.

[0114] Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform sind auf der der Montage-Stirnseite zugewandten Seite Kühlwasserzuflüsse 4 und Kühltölzuflüsse 10 ausgebildet, die im Wesentlichen parallel zu den Zylinderlängsachsen ausgerichtet sind. Die dazugehörigen Kühlmittelabflüsse 5, 11 verlaufen hingegen im Wesentlichen parallel zur Kurbelwellenlängsachse. Zur Entlüftung des Kühlwasserkreislaufs dient eine Entlüftungsleitung 6.

[0115] Figur 2 zeigt in einer Seitenansicht die in Figur 1 dargestellten Sandkerne 1, 7 mit Blick in Richtung Kurbelwellenlängsachse. Es soll nur ergänzend zu Figur 1 ausgeführt werden, weshalb im Übrigen Bezug genommen wird auf Figur 1. Für dieselben Bauteile wurden dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0116] Aus Figur 2 ist ersichtlich, dass auf der der Montage-Stirnseite zugewandten Seite zwei Kühlwasserzuflüsse 4 in den unteren Kühlmittelmantel 2a des Kühl-

wasserkreislaufs eintreten und zwei Kühlölzuflüsse 10 in den einlaßseitigen Kühlmantel 8 des Ölkreislaufs und dass die Zuflüsse 4, 10 im Wesentlichen parallel zu den Zylinderlängsachsen verlaufen.

[0117] Deutlich zu erkennen ist, dass der untere und der obere Kühlmittelmantel 2a, 2b nicht über die gesamte Länge des von ihnen umhüllten Krümmers miteinander verbunden sind. Die Entlüftungsleitung 6 verläuft im höchst gelegenen Abschnitt des Kühlwasserkreislaufs.

Bezugszeichen

[0118]

- | | |
|----|---|
| 1 | Sandkern des Kühlwasserkreislaufs |
| 2 | Kühlmittelmantel des Kühlwasserkreislaufs |
| 2a | unterer Kühlmittelmantel |
| 2b | oberer Kühlmittelmantel |
| 2c | Verbindung |
| 3 | Sandkernstütze |
| 4 | Kühlwasserzufluß |
| 5 | Kühlwasserabfluß |
| 6 | Entlüftungsleitung |
| 7 | Sandkern des Kühlölkreislaufs |
| 8 | Kühlmittelmantel des Kühlölkreislaufs |
| 9 | Sandkernstütze |
| 10 | Kühlölzufluß |
| 11 | Kühlölabfluß |

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder umfassend
 - mindestens einen Zylinderkopf, und
 - eine Flüssigkeitskühlung, die mindestens zwei im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmäntel (2, 8) aufweist, wobei jeder Zylinder auslaßseitig mindestens eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase und einlaßseitig mindestens eine Einlaßöffnung zum Zuführen von Frischluft aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

 - im Zylinderkopf mindestens ein Kühlmittelman-

tel (2) auslaßseitig und mindestens ein Kühlmittelmantel (8) einlaßseitig angeordnet ist, wobei diese mindestens zwei Kühlmittelmäntel (2, 8) voneinander getrennt sind und unterschiedlichen separaten Kühlmittelkreisläufen angehören.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine auslaßseitige Kühlmittelmantel (2) einem Kühlwasserkreislauf angehört, wohingegen der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel (8) einem Ölkreislauf angehört.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlwasserkreislauf keinen einlaßseitigen Kühlmittelmantel umfaßt.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist, der als obere Kurbelgehäusehälfte zur Aufnahme einer Kurbelwelle in mindestens zwei Lagern dient und mit einer als untere Kurbelgehäusehälfte dienenden Ölwanne, die zum Sammeln und Bevorraten von Motoröl vorgesehen ist, auf der dem Zylinderkopf abgewandten Seite verbunden ist, wobei eine Pumpe vorgesehen ist zur Förderung des Motoröls via Versorgungsleitung zu mindestens einem Verbraucher innerhalb des Ölkreislaufs.
5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungsleitung in eine Hauptölgalerie mündet, von der Kanäle zu den mindestens zwei Lagern der Kurbelwelle führen, um die mindestens zwei Lager mit Motoröl zu versorgen.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungsleitung stromaufwärts der Hauptölgalerie durch den Zylinderkopf hindurchführt.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungsleitung des Ölkreislaufs stromabwärts der Pumpe zunächst durch den Zylinderkopf hindurchführt bevor diese Versorgungsleitung in den Zylinderblock eintritt.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2

bis 8 mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks dem Kühlwasserkreislauf angehört.

10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 8 mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks dem Ölkreislauf angehört.

11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9 oder 10 mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks stromaufwärts des mindestens einen Kühlmittelmantels des Zylinderkopfes angeordnet ist.

12. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Einlaßöffnung eine Ansaugleitung anschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel (8) zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Ansaugleitung angeordnet ist.

13. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine auslaßseitige Kühlmittelmantel (2) zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist.

14. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei auslaßseitige Kühlmittelmäntel (2a, 2b) vorgesehen sind, wobei ein unterer Kühlmittelmantel (2a) zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist und ein oberer Kühlmittelmantel (2b) auf der dem unteren Kühlmittelmantel (2a) gegenüberliegenden Seite der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist.

15. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche mit mindestens zwei Zylindern, bei denen sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung an-

schließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasleitungen von mindestens zwei Zylindern innerhalb des Zylinderkopfes unter Ausbildung eines integrierten Abgaskrümmers zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder umfassend

- mindestens einen Zylinderkopf, und
- eine Flüssigkeitskühlung, die mindestens zwei im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmäntel (2, 8) aufweist, wobei jeder Zylinder auslaßseitig mindestens eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase und einlaßseitig mindestens eine Einlaßöffnung zum Zuführen von Frischluft aufweist, wobei im Zylinderkopf mindestens ein Kühlmittelmantel (2) auslaßseitig und mindestens ein Kühlmittelmantel (8) einlaßseitig angeordnet ist und diese mindestens zwei Kühlmittelmäntel (2, 8) voneinander getrennt sind und unterschiedlichen separaten Kühlmittelkreisläufen angehören,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der mindestens eine auslaßseitige Kühlmittelmantel (2) einem Kühlwasserkreislauf angehört, wohingegen der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel (8) einem Ölkreislauf angehört.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlwasserkreislauf keinen einlaßseitigen Kühlmittelmantel umfaßt.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist, der als obere Kurbelgehäusehälfte zur Aufnahme einer Kurbelwelle in mindestens zwei Lagern dient und mit einer als untere Kurbelgehäusehälfte dienenden Ölwanne, die zum Sammeln und Bevorraten von Motoröl vorgesehen ist, auf der dem Zylinderkopf abgewandten Seite verbunden ist, wobei eine Pumpe vorgesehen ist zur Förderung des Motoröls via Versorgungsleitung zu mindestens einem Verbraucher innerhalb des Ölkreislaufs.

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungsleitung in eine Hauptöl galerie mündet, von der Kanäle zu den mindestens zwei Lagern der Kurbelwelle führen, um die mindestens zwei Lager mit Motoröl zu versorgen.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungsleitung stromaufwärts der Hauptölgalerie durch den Zylinderkopf hindurchführt.

6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungsleitung des Ölkreislaufs stromabwärts der Pumpe zunächst durch den Zylinderkopf hindurchführt bevor diese Versorgungsleitung in den Zylinderblock eintritt.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist.

8. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks dem Kühlwasserkreislauf angehört.

9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks dem Ölkreislauf angehört.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 8 oder 9 mit einem Zylinderblock, der zur Ausbildung einer Flüssigkeitskühlung mindestens einen Kühlmittelmantel aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Kühlmittelmantel des Zylinderblocks stromaufwärts des mindestens einen Kühlmittelmantels des Zylinderkopfes angeordnet ist.

11. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Einlaßöffnung eine Ansaugleitung anschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine einlaßseitige Kühlmittelmantel (8) zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Ansaugleitung angeordnet ist.

12. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine auslaßseitige Kühlmittelmantel (2) zwischen der Montage-Stirn-

seite und der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist.

13. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der mindestens eine Zylinderkopf an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbunden ist und sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei auslaßseitige Kühlmittelmäntel (2a, 2b) vorgesehen sind, wobei ein unterer Kühlmittelmantel (2a) zwischen der Montage-Stirnseite und der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist und ein oberer Kühlmittelmantel (2b) auf der dem unteren Kühlmittelmantel (2a) gegenüberliegenden Seite der mindestens einen Abgasleitung angeordnet ist.

14. Brennkraftmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche mit mindestens zwei Zylindern, bei denen sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasleitungen von mindestens zwei Zylindern innerhalb des Zylinderkopfes unter Ausbildung eines integrierten Abgaskrümmers zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen.

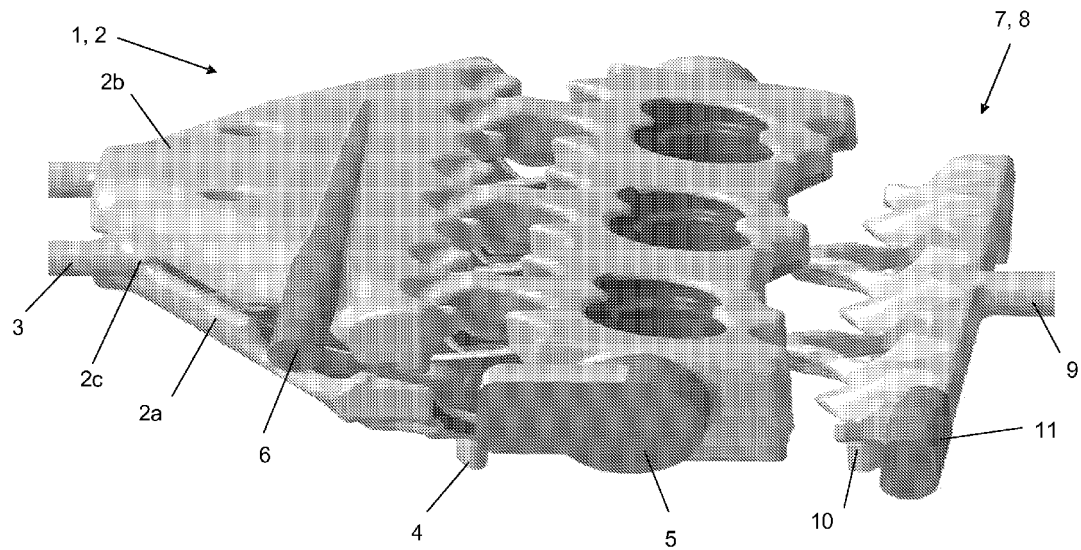


Fig. 1

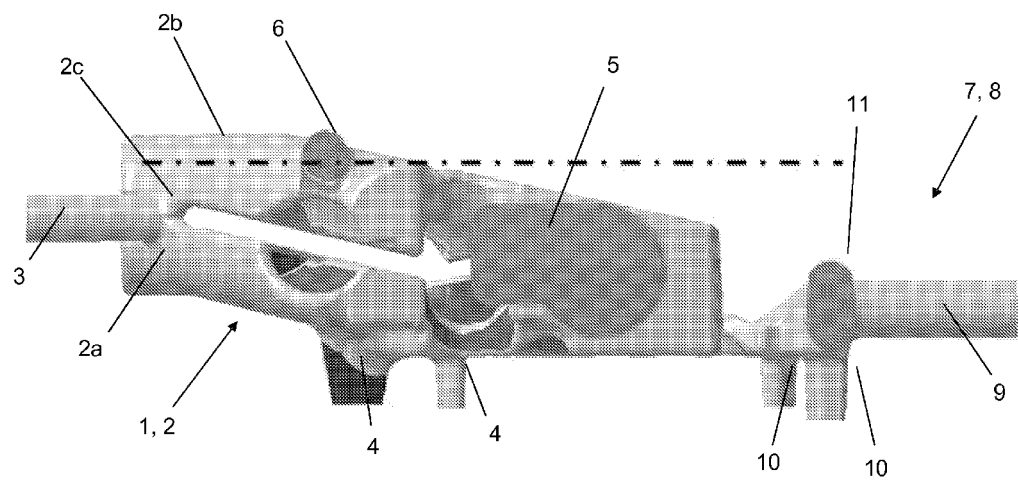


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 16 1879

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 58 035221 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 1. März 1983 (1983-03-01)	1,8, 12-14	INV. F01P3/02
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen *	15	F01P7/16
A	-----	9	
Y	US 2008/314339 A1 (KOSEKI YUKIO [JP]) 25. Dezember 2008 (2008-12-25) * Absatz [0018]; Abbildung 1 *	15	
A	-----		
A	JP 60 043118 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 7. März 1985 (1985-03-07) * Zusammenfassung; Abbildung *	1-10	
A	-----		
A	EP 1 035 306 A2 (FIAT RICERCHES [IT]) 13. September 2000 (2000-09-13) * Absätze [0015] - [0019]; Abbildungen *	1-11	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01P F02F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Dezember 2010	Prüfer Luta, Dragos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03/92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 16 1879

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-12-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 58035221 A	01-03-1983	JP 1607279 C	13-06-1991
		JP 2032454 B	20-07-1990
US 2008314339 A1	25-12-2008	JP 2009002265 A	08-01-2009
JP 60043118 A	07-03-1985	KEINE	
EP 1035306 A2	13-09-2000	DE 60005872 D1	20-11-2003
		DE 60005872 T2	09-09-2004
		ES 2207482 T3	01-06-2004
		IT T0990186 A1	11-09-2000
		JP 4494576 B2	30-06-2010
		JP 2000265839 A	26-09-2000
		US 6340006 B1	22-01-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82