



(11) **EP 2 077 385 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.05.2011 Patentblatt 2011/18

(51) Int Cl.:
F02F 1/38 ^(2006.01) **F02F 1/42** ^(2006.01)
F02M 25/07 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08100146.3**

(22) Anmeldetag: **07.01.2008**

(54) **Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine mit angrenzendem Bauteil**

Cylinder head for a combustion engine with bordering component

Culasse pour un moteur à combustion interne dotée d'un composant adjacent

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB RO TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.07.2009 Patentblatt 2009/28

(73) Patentinhaber: **Ford Global Technologies, LLC**
Dearborn, MI 48126 (US)

(72) Erfinder:
• **Lenz, Ingo**
50858 Köln (DE)
• **Quiring, Stefan, Dr.**
51373 Leverkusen (DE)
• **Fritsche, Richard**
42929 Wermelskirchen (DE)

- **Kuhlbach, Kai**
51427 Bergisch Gladbach (DE)
- **Lutz, Martin**
50678, Köln (DE)
- **Haubner, Frank**
52070 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten**
Henry-Ford Str. 1
50725 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 006 272 DE-A1- 10 062 169
GB-A- 2 370 073

EP 2 077 385 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel und mit mindestens einem an den Zylinderkopf angrenzenden Bauteil für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem

- jeder Zylinder mindestens zwei Auslaßöffnungen zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist,
- sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, und
- die Abgasleitungen unter Ausbildung eines Abgaskrümmers zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen, wobei der Abgaskrümm器 zumindest teilweise im Zylinderkopf integriert ist, und
- eine Leitung zur Rückführung von Abgas vorgesehen ist, die von dem Abgaskrümm器 innerhalb des Zylinderkopfes abzweigt und durch den Zylinderkopf und das mindestens eine an den Zylinderkopf angrenzende Bauteil hindurchführt.

[0002] Eine derartige Brennkraftmaschine beschreibt beispielweise die deutsche Offenlegungsschrift DE 100 62 169 A1.

[0003] Brennkraftmaschinen verfügen über einen Zylinderblock und einen Zylinderkopf, die zur Ausbildung der einzelnen Zylinder d.h. Brennräume miteinander verbunden werden. An den Zylinderkopf und/oder den Zylinderblock grenzen eine Vielzahl von Bauteilen d. h. Aggregate an, die eine für den Betrieb der Brennkraftmaschine erforderlichen Aufgabe wahrnehmen.

[0004] Der Zylinderblock weist zur Aufnahme der Kolben bzw. der Zylinderrohre eine entsprechende Anzahl an Zylinderbohrungen auf. Die Kolben werden axial beweglich in den Zylinderrohren geführt und bilden zusammen mit den Zylinderrohren und dem Zylinderkopf die Brennräume der Brennkraftmaschine aus.

[0005] Der Zylinderkopf dient häufig auch zur Aufnahme des Ventiltriebs. Um den Ladungswechsel zu steuern, benötigt eine Brennkraftmaschine Steuerorgane und Betätigungseinrichtungen zur Betätigung dieser Steuerorgane. Im Rahmen des Ladungswechsels erfolgt das Ausschieben 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 Ein- und Auslaßöffnungen freigeben und verschließen. Der für die Bewegung der Ventile erforderliche Ventilbetätigungsmechanismus einschließlich der Ventile selbst wird als Ventiltrieb bezeichnet.

[0006] Es ist die Aufgabe des Ventiltriebs, die Einlaß- und Auslaßöffnungen der Brennkammer rechtzeitig frei-

zugeben bzw. zu schließen, wobei eine schnelle Freigabe möglichst großer Strömungsquerschnitte angestrebt wird, um die Drosselverluste in den ein- bzw. ausströmenden Gasströmungen gering zu halten und eine möglichst gute Füllung des Brennraumes mit Frischgemisch bzw. ein effektives d. h. vollständiges Abführen der Abgase zu gewährleisten. Nach dem Stand der Technik werden daher auch zunehmend zwei oder mehr Einlaß- bzw. Auslaßöffnungen vorgesehen, wie auch bei dem Zylinderkopf, der Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist.

[0007] Die Einlaßkanäle, die zu den Einlaßöffnungen führen, und die Auslaßkanäle bzw. Abgasleitungen, die sich an die Auslaßöffnungen anschließen, sind nach dem Stand der Technik zumindest teilweise im Zylinderkopf integriert. Die Abgasleitungen der mindestens zwei Auslaßöffnungen eines einzelnen Zylinders werden dabei häufig - innerhalb des Zylinderkopfes - zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammengeführt, wobei diese Teilabgasleitungen dann außerhalb des Zylinders zu einer einzelnen Gesamtabgasleitung zusammengeführt werden. Die Zusammenführung der Abgasleitungen bis hin zu der Gesamtabgasleitung wird im allgemeinen und im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Abgaskrümm器 bzw. Krümm器 bezeichnet.

[0008] Stromabwärts des Krümmers werden die Abgase dann gegebenenfalls der Turbine eines Abgasturboladers und/oder einem oder mehreren Abgasnachbehandlungssystemen zugeführt.

[0009] Darüber hinaus werden Brennkraftmaschinen zunehmend mit einer Abgasrückführung ausgestattet, wobei die Leitung zur Rückführung des Abgases d. h. die Rückführleitung in der Regel von der Gesamtabgasleitung abzweigt und zwar stromabwärts oder stromaufwärts eines in der Gesamtabgasleitung vorgesehenen Abgasnachbehandlungssystems bzw. stromabwärts oder stromaufwärts einer Turbine eines Abgasturboladers.

[0010] Die Abgasrückführung d. h. die Rückführung von Verbrennungsgasen von der Abgasseite auf die Ansaugseite der Brennkraftmaschine ist eine Maßnahme, um zukünftige Grenzwerte für Schadstoffemissionen einzuhalten, insbesondere die Grenzwerte für Stickoxidemissionen. Da die Bildung der Stickoxide nicht nur einen Luftüberschuß, sondern auch hohe Temperaturen erfordert, besteht ein Konzept zur Senkung der Stickoxidemissionen darin, Verbrennungsprozesse bzw. -verfahren mit niedrigeren Verbrennungstemperaturen zu entwickeln, wobei die Abgasrückführung ein Mittel ist zur Senkung der Temperaturen.

[0011] Mit zunehmender Abgasrückführrate können die Stickoxidemissionen deutlich gesenkt werden. Die Abgasrückführrate X_{AGR} bestimmt sich dabei wie folgt:

$$X_{AGR} = m_{AGR} / (m_{AGR} + m_{Frischluft})$$

wobei m_{AGR} die Masse an zurückgeführtem Abgas und $m_{Frischluf}$ die zugeführte und gegebenenfalls komprimierte Frischluft bzw. Ladeluft bezeichnet.

[0012] Die Abgasrückführung eignet sich auch zur Reduzierung der Emissionen an unverbrannten Kohlenwasserstoffen im Teillastbereich.

[0013] Um eine deutliche Senkung der Stickoxidemissionen zu erreichen, sind hohe Abgasrückführraten erforderlich, die in der Größenordnung von $X_{AGR} \approx 50\%$ bis 70% liegen können.

[0014] Wird das Abgas stromabwärts des Abgaskrümmers außerhalb des Zylinderkopfes abgezweigt, ist die Abgriffsstelle zur Abgasrückführung außerhalb des Zylinderkopfes angeordnet. Die Rückführleitung muß dabei mit der Gesamtabgasleitung verbunden werden, beispielsweise mittels einer Flanschverbindung. Die Verbindungsstelle ist zum einen eine potentielle Leckagestelle für das unerwünschte Austreten von Abgasen, was hohe Anforderungen an die Dichtung impliziert. Zum anderen ist diese Verbindung durch die heißen Abgase thermisch hochbelastet, so dass an die Ausführung der Verbindung hohe Anforderungen gestellt werden. Ist die Gesamtabgasleitung aus hochtemperaturfestem Werkstoff gefertigt, muß die Verbindung ebenfalls aus kostenintensivem und schwer zu bearbeitendem Material hergestellt werden.

[0015] Der Stand der Technik umfaßt aber auch Konzepte, bei denen die Abgriffsstelle zur Abgasrückführung im Zylinderkopf integriert ist. Die in den Zylinderkopf integrierte Abgriffsstelle ermöglicht die einteilige Ausbildung von Krümmer und Rückführleitung d. h. die Vermeidung der Ausbildung und damit der Abdichtung einer kraftschlüssigen Verbindungsstelle. Des weiteren führt die Integration der Abgriffsstelle zu einer Verringerung der Anzahl an Bauteilen und zu einer kompakteren Bauweise. Letzteres unterstützt auch das Bemühen, im Motorraum ein möglichst dichtes Packaging der Antriebseinheit zu erzielen.

[0016] Einen Zylinderkopf mit einer im Zylinderkopf integrierten Abgriffsstelle zur Abgasrückführung beschreibt beispielsweise die GB 2 370 073 A. Die Rückführleitung zweigt von einer Teilabgasleitung eines Zylinders mit zwei Auslaßöffnungen ab, wobei das erste Teilstück der Rückführleitung gegen die Strömungsrichtung des Abgases in der zur Abzweigung genutzten Teilabgasleitung angestellt ist, also ein Einströmen von Abgas aus dem zugehörigen Zylinder erschwert.

[0017] Zur Ausbildung dieses Teilstücks muß zudem ein spezieller Gußkern vorgesehen werden, da gemäß der GB 2 370 073 A die gesamte Rückführleitung innerhalb des Zylinderkopfes verläuft und dieses Teilstück auf andere Weise nicht ausgebildet werden kann, was die Herstellung erschwert. Um die Rückführleitung vollständig im Zylinderkopf integrieren zu können, muß der Zylinderkopf zudem die notwendige Materials substanz aufweisen, was in der Regel zu einer Gewichtszunahme führt. Andererseits führt die vollständige Integration der Rückführleitung zu einem vergleichsweise kleinen Volu-

men der Rückführleitung und damit zu einem guten Ansprechverhalten der AGR.

[0018] Vor dem Hintergrund des oben Gesagten ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Zylinderkopf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, der mit einer im Zylinderkopf integrierten Abgriffsstelle zur Abgasrückführung ausgestattet ist und der insbesondere eine kompakte Bauweise bei vergleichsweise geringen Herstellungskosten aufweist.

[0019] Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Zylinderkopf mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel und mit mindestens einem an den Zylinderkopf angrenzenden Bauteil für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem

- jeder Zylinder mindestens zwei Auslaßöffnungen zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist,
- sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt, und
- die Abgasleitungen unter Ausbildung eines Abgaskrümmers zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen, wobei der Abgaskrümm器 zumindest teilweise im Zylinderkopf integriert ist, und
- eine Leitung zur Rückführung von Abgas vorgesehen ist, die von dem Abgaskrümm器 innerhalb des Zylinderkopfes abzweigt und durch den Zylinderkopf und das mindestens eine an den Zylinderkopf angrenzende Bauteil hindurchführt, und der dadurch gekennzeichnet ist, dass
- das angrenzende Bauteil eine Flüssigkeitskühlung aufweist, die vorzugsweise mit dem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel kommuniziert.

[0020] Der erfindungsgemäße Zylinderkopf verfügt wie der in der GB 2 370 073 A beschriebene Zylinderkopf über eine im Zylinderkopf integrierte Abgriffsstelle zur Abgasrückführung und damit folglich auch über sämtliche Vorteile, die aus einer derartig ausgebildeten und angeordneten Abgriffsstelle resultieren. Insbesondere gestattet die Verwendung des erfindungsgemäßen Zylinderkopfes eine kompakte Bauweise der Brennkraftmaschine, die Verringerung der erforderlichen Bauteile und die Vermeidung eines Abgasleckagestroms. Der erfindungsgemäße Streckenverlauf der Rückführleitung führt auch zu einem guten Ansprechverhalten der AGR, da eine vergleichsweise kurze Rückführleitung realisiert werden kann.

[0021] Im Gegensatz zu dem Zylinderkopf gemäß der GB 2 370 073 A verläuft aber nicht die gesamte Rückführleitung im Zylinderkopf. Vielmehr führt die Rückführleitung nur teilweise durch den Zylinderkopf, zusätzlich aber auch durch mindestens ein an den Zylinderkopf angrenzendes Bauteil hindurch.

[0022] Als an den Zylinderkopf angrenzendes Bauteil wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung jedes Bau-

teil angesehen, welches abstandslos oder indirekt - beispielsweise nur durch eine Dichtung getrennt - an den Zylinderkopf angrenzt d. h. anschließt, mit dem Zylinderkopf verbunden ist und dem bereits - neben der erfindungsgemäßen Aufnahme der Rückführleitung - mindestens eine weitere Funktion d. h. Aufgabe hinsichtlich des Betriebs der Brennkraftmaschine zukommt. Insofern wird erfindungsgemäß nicht ein zusätzliches Bauteil erforderlich und an den Zylinderkopf angeschlossen, nur um die Rückführleitung in diesem zu integrieren, sondern ein bereits vorhandenes und bereits für den Betrieb der Brennkraftmaschine erforderliches Bauteil zur teilweisen Aufnahme der Rückführleitung genutzt.

[0023] Somit entfallen auch sämtliche Nachteile, die mit einer vollständigen Integration der gesamten Rückführleitung in den Zylinderkopf verbunden sind, beispielsweise die Gewichtszunahme der Antriebseinheit infolge des Erfordernisses eines voluminöseren und schwereren Zylinderkopfes. Insbesondere können auch die Kosten gesenkt werden. Während bei der vollständigen Integration der Rückführleitung in den Zylinderkopf die Herstellungskosten - aus den bereits oben genannten Gründen - hoch sind, verursacht die erfindungsgemäße Vorgehensweise d. h. die teilweise Integration der Rückführleitung in ein angrenzendes Bauteil nur geringe oder keine Mehrkosten. Dies ist auch dadurch begründet, dass es sich bei einem an den Zylinderkopf angrenzenden Bauteil häufig um ein Druckgußteil handelt, in das ohne weiteres eine zusätzliche Leitung eingebracht werden kann.

[0024] Mit dem erfindungsgemäßen Zylinderkopf wird somit die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe gelöst, nämlich einen Zylinderkopf mit integrierter Abgriffsstelle zur Abgasrückführung bereitzustellen, der eine kompakte Bauweise bei gleichzeitig niedrigen Herstellungskosten aufweist.

[0025] Dadurch, dass die Rückführleitung erfindungsgemäß durch ein angrenzendes Bauteil hindurchgeführt wird, muß die Rückführleitung prinzipbedingt und im Gegensatz zu dem in der GB 2 370 073 A beschriebenen Zylinderkopf aus dem Zylinderkopf austreten, was nicht nur die Herstellung des vom Krümmer abzweigenden und im Zylinderkopf angeordneten Teilstücks der Rückführleitung erheblich vereinfacht, sondern auch mehr Freiheiten bei der Ausbildung d. h. Gestaltung dieses Teilstücks der Rückführleitung schafft.

[0026] So kann die Rückführleitung - abhängig vom vorliegenden Einzelfall - teilweise oder vollständig mittels spanabhebender Fertigungsverfahren in den Zylinderkopf eingebracht werden.

[0027] Die Rückführleitung kann auch bereits beim Gießen des Zylinderkopfrohlings teilweise oder vollständig ausgebildet werden, was durch Einbringen eines einfachen, nach außen offenen und daher leicht entfernbaren Kerns erfolgen kann. Ein Teil der Rückführleitung kann auch beim Gießen des Zylinderkopfrohlings ausgebildet werden, wobei die vollständige Rückführleitung erst durch eine Nachbearbeitung ausgebildet wird.

[0028] Grundsätzlich nimmt die Länge der Rückführleitung mit der Integration der Abgriffsstelle im Zylinderkopf ab, wodurch sich das Volumen der Rückführleitung verkleinert, so dass sich das Ansprechverhalten der Abgasrückführung verbessert.

[0029] Bei dem erfindungsgemäßen Zylinderkopf weist das angrenzende Bauteil eine Flüssigkeitskühlung auf, die vorzugsweise mit dem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel kommuniziert. Die im angrenzenden Bauteil vorgesehene Flüssigkeitskühlung kühlt dabei das durch die Rückführleitung bzw. das Bauteil hindurchgeführte Abgas.

[0030] Die Absenkung der Temperatur im rückgeführten heißen Abgasstrom steigert die Dichte der Abgase. Die Temperatur der Zylinderfrischladung, die sich bei der Mischung der Frischluft mit den rückgeführten Abgasen einstellt, wird folglich auch gesenkt, was zu einer besseren Füllung des Brennraums mit Frischgemisch beiträgt. Durch die Steigerung der Dichte wird das Volumen reduziert, was zu einer Abnahme der Strömungsverluste führt. Zudem wird ein stromabwärts vorgesehene AGR-Ventil thermisch weniger stark belastet, so dass gegebenenfalls auf eine Kühlung des AGR-Ventils verzichtet werden kann bzw. weniger temperaturfeste und damit kostengünstigere Werkstoffe zur Herstellung des Ventils verwendet werden können.

[0031] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Zylinderkopfes werden im Zusammenhang mit den Unteransprüchen erörtert.

[0032] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen der Abgaskrümmer vollständig im Zylinderkopf integriert ist. Diese Ausgestaltung des Krümmers bzw. des Zylinderkopfes trägt zur Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe bei, nämlich eine möglichst kompakte Bauweise des Zylinderkopfes zu realisieren.

[0033] Wird zudem die Turbine eines Abgasturboladers und/oder ein Abgasnachbehandlungssystem in der Gesamtabgasleitung angeordnet, ergeben sich weitere wesentliche Vorteile.

[0034] Grundsätzlich ist man nämlich bemüht, eine 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. Auch der Weg der heißen Abgase zu den verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen soll 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.

[0035] Dies kann erreicht werden, indem man die thermische Trägheit des Teilstücks der Abgasleitung zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Abgasnachbehandlungssystem bzw. zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Turbine minimiert, was durch Reduzierung der Masse und der Länge dieses Teilstückes erreicht werden

kann, also auch durch eine vollständige Integration des Abgaskrümmers in den Zylinderkopf. Die Gesamtwegstrecke der Abgasleitungen des Abgaskrümmers wird durch die Integration erheblich verkürzt.

[0036] Darüber hinaus verfügt ein Zylinderkopf mit vollständig integriertem Abgaskrümmern aufgrund der hohen thermischen Belastung über einen vergleichsweise voluminösen Kühlmittelmantel, der auch für die Kühlung des durch die Rückführleitung hindurchgeführten Abgases genutzt werden kann - mit den oben bereits genannten Vorteilen.

[0037] Aufgrund der kürzeren Strömungswege beim vollständig integrierten Abgaskrümmern ist die Rückführleitung für die Abgasströme sämtlicher Zylinder vergleichsweise leicht erreichbar. Dies führt in vorteilhafter Weise dazu, dass die vom Krümmer abzweigende Rückführleitung mit dem Abgas sämtlicher Zylinder der Brennkraftmaschine beaufschlagt werden kann bzw. beaufschlagt wird, was zur Generierung hoher Rückfuhraten auch erforderlich ist, da hierzu das Abgas eines einzelnen Zylinder bzw. einer einzelnen Auslaßöffnung einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine nicht ausreicht.

[0038] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen zunächst die Abgasleitungen der mindestens zwei Auslaßöffnungen jedes Zylinders zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammenführen, bevor diese Teilabgasleitungen der mindestens zwei Zylinder zu der Gesamtabgasleitung zusammenführen.

[0039] Vorteilhaft sind dabei wiederum Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas von einer Teilabgasleitung abzweigt.

[0040] Diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zylinderkopfes grenzt sich insofern von Konzepten ab, bei denen die Rückführleitung von der Gesamtabgasleitung bzw. einer Abgasleitung einer einzelnen Auslaßöffnung abzweigt.

[0041] Bei der letztgenannten Variante wäre ein deutlich ausgeprägteres Rückströmen der aus den anderen Auslaßöffnungen abgeführten Abgasanteile erforderlich, was sich aber in dieser Weise in der Praxis nicht einstellt bzw. nicht realisieren läßt, so dass hohe Rückfuhraten mit einem derartigen Konzept nicht bzw. nur schwer realisiert werden könnten. Zudem wäre eine starke Pulsation in der Rückführleitung zu beobachten, da die Rückführleitung im wesentlichen nur mit dem Abgas einer einzelnen Auslaßöffnung beaufschlagt werden würde.

[0042] Andererseits würde die Entnahme des Abgases aus der Gesamtabgasleitung die Wegstrecke der in den Zylinderkopf zu integrierenden Rückführleitung deutlich vergrößern bzw. die Streckenführung dieser Rückführleitung erschweren. Gegebenenfalls würde dies eine erhebliche Gewichtszunahme des Zylinderkopfes erforderlich machen d. h. verursachen.

[0043] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die im Zylinderkopf integrierte Leitung zur Rückführung von Abgas geradlinig verläuft. Die

geradlinige Ausbildung dieses Teilstücks der Rückführleitung vereinfacht die Herstellung der Leitung erheblich. Eine geradlinige Rückführleitung kann beispielsweise in einfacher Weise mittels Bohren ausgebildet werden.

[0044] Zudem kann ein geradliniger Verlauf dazu dienen, die Länge der Rückführleitung zu verkürzen und damit das Volumen der Leitung zu verkleinern, was das Ansprechverhalten der Abgasrückführung verbessert.

[0045] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die im Zylinderkopf integrierte Leitung zur Rückführung von Abgas im wesentlichen parallel zur Längsachse des Zylinderkopfes verläuft. Dabei schließt die Rückführleitung in der Regel seitlich an den Abgaskrümmern an und wird nicht in Richtung Zylinderlängsachse nach oben oder unten geführt.

[0046] Vorteilhaft ist es, wenn die im Zylinderkopf integrierte Leitung zur Rückführung von Abgas unter Ausbildung eines trichterförmigen Eintrittsbereichs an den Krümmer bzw. die Teilabgasleitung anschließt. Bei dieser Ausführungsform nimmt der Durchmesser der Rückführleitung an der Verbindungsstelle in Richtung Krümmer zu, so dass ein trichterförmiger Eintrittsbereich ausgebildet wird, der das Einströmen von Abgas unterstützt.

[0047] Vorteilhafterweise werden dabei scharfe Kanten, an denen die Abgasströmung abreißt oder verwirbelt, vermieden. Aus diesem Grund sind auch Ausführungsformen des Zylinderkopfes vorteilhaft, bei denen sich die Wandungen der im Zylinderkopf integrierten Rückführleitung zur Ausbildung des trichterförmigen Eintrittsbereichs wölben, wodurch ein trompetenförmiger Eintrittsbereich ausgebildet wird. Ein Eintrittsbereich, der sich zum Krümmer hin aufweitet, führt auch zu einer Verringerung der Pulsation.

[0048] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Rückführleitung außenliegend an den Abgaskrümmern anschließt. Diese Ausführungsform ist vorteilhaft, weil der Zylinderkopf auf diese Weise nur geringfügig durch das Einbringen d. h. die Integration der Rückführleitung geschwächt bzw. beeinflusst wird. Insbesondere verkürzt sich die Länge der Rückführleitung, wodurch auch das Volumen der Leitung verkleinert wird, was - wie oben bereits ausgeführt - das Ansprechverhalten der Abgasrückführung verbessert. Eine derartig verlaufende Rückführleitung schränkt zudem die Auslegung der Zylinderkopfkonstruktion bezüglich anderer Erfordernisse bzw. Funktionen möglichst wenig ein.

[0049] Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang insbesondere, dass der Zylinderkopf ohnehin ein thermisch und mechanisch hoch belastetes Bauteil ist, da dem Zylinderkopf bereits eine Vielzahl von Aufgaben und Funktionen zukommen. So nimmt der Zylinderkopf nicht nur den Ventiltrieb - wie oben bereits beschrieben - auf, sondern umfaßt auch die Bohrungen, in welche die Bolzen zum Verbinden des Zylinderkopfes mit dem Zylinderblock eingeführt werden. Gegebenenfalls werden im Zylinderkopf zusätzliche Leitungen zur Entlüftung des Kurbelgehäuses vorgesehen.

[0050] Darüber hinaus verfügt ein Zylinderkopf mit in-

tegriertem Abgaskrümmer - wie bereits erwähnt - aufgrund der hohen thermischen Belastung über einen vergleichsweise voluminösen Kühlmittelmantel.

[0051] Auch vor diesem Hintergrund ist es somit vorteilhaft, wenn die im Zylinderkopf integrierte Rückführleitung ein möglichst geringeres Volumen aufweist, was beispielsweise durch den außenliegenden Anschluß der Rückführleitung an den Abgaskrümmer realisiert werden kann.

[0052] Aus den gleichen Gründen sind auch bei Brennkraftmaschine mit drei und mehr Zylindern Ausführungsformen vorteilhaft, bei denen die Rückführleitung im Bereich eines außenliegenden Zylinders vom Krümmer abzweigt.

[0053] Vorteilhaft sind des weiteren Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen der im Zylinderkopf integrierte Kühlmittelmantel die Rückführleitung zumindest teilweise umgibt.

[0054] Auf diese Weise wird das vom Abgaskrümmer abgezweigte, für eine Rückführung vorgesehene Abgas bereits im Zylinderkopf gekühlt. Die thermische Belastung eines stromabwärts der Rückführleitung bzw. stromabwärts der Abzweigung vorgesehenen Ventils zur Steuerung der Rückführrate (AGR-Ventil) nimmt dadurch ab. Bezüglich des AGR-Ventils wird auf die bereits weiter oben gemachten Ausführungen Bezug genommen. Ein gegebenenfalls vorgesehener zusätzlicher Kühler zur Kühlung des rückgeführten Abgases kann unter Umständen kleiner dimensioniert werden oder ganz entfallen.

[0055] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas aus dem Zylinderkopf austritt und unmittelbar in das mindestens eine an den Zylinderkopf angrenzende Bauteil eintritt.

[0056] Anders als bei Ausführungsformen, bei denen die Rückführleitung aus dem Zylinderkopf austritt und stromabwärts beabstandet zum Zylinderkopf wieder in das angrenzende Bauteil eintritt, bildet der Austritt aus dem Zylinderkopf bei der in Rede stehenden Ausführungsform gleichzeitig den Eintritt in das angrenzende Bauteil, so dass keine zusätzlichen Leitungsstücke erforderlich sind.

[0057] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen das mindestens eine an den Zylinderkopf angrenzende Bauteil ein Kühlmittelgehäuse ist, das dem Zuführen von Kühlmittel in den im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel und/oder dem Abführen von Kühlmittel aus dem im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel dient, beispielsweise ein Wasserauslaßgehäuse.

[0058] Vorteilhafterweise werden die die Flüssigkeitskühlung ausbildenden Wandungen des angrenzenden Bauteils möglichst großflächig ausgebildet, um den Wärmeübergang durch Konvektion zu erhöhen, was beispielsweise durch die Anordnung von Kühlrippen erfolgen kann. Gleiches gilt für die Wandungen des in den Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantels.

[0059] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die Leitung zur Rückführung von Abgas aus dem mindestens einen an den Zylinderkopf angrenzenden Bauteil austritt. Die Rückführleitung kann stromabwärts des Austritts zu einem zusätzlichen Kühler geführt werden und von dort oder aber direkt vom Bauteil aus zur Einlaßseite der Brennkraftmaschine, beispielsweise zu einem auf der Einlaßseite vorgesehenen Sammelbehälter, genannt Plenum.

[0060] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen in der Leitung zur Rückführung von Abgas ein Ventil zur Steuerung der Rückführrate vorgesehen ist.

[0061] Vorteilhaft sind dabei sowohl Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen das Ventil zwischen dem Zylinderkopf und dem mindestens einen an den Zylinderkopf angrenzenden Bauteil angeordnet ist, als auch Ausführungsformen, bei denen das Ventil in das mindestens eine an den Zylinderkopf angrenzende Bauteil integriert ist.

[0062] Bei der zuletzt genannten Ausführungsform kann das Ventil entweder in der Weise in das Bauteil eingebracht werden, dass es zumindest teilweise oder vollständig vom Bauteil ummantelt wird, oder aber außenliegend an das angrenzende Bauteil anschließen, wobei eine Verbindung von Bauteil und Ventil mittels Flanschverbindung realisiert werden kann. Dabei strömt das rückzuführende Abgas vom Bauteil in das AGR-Ventil, durch das Ventil hindurch und gegebenenfalls nochmals in das Bauteil zurück, in dem es beim nochmaligen Durchströmen des Bauteils vorzugsweise erneut gekühlt wird.

[0063] Das Ventil kann auch vollständig oder teilweise in den Zylinderkopf integriert werden.

[0064] Vorteilhaft ist die Verwendung eines Zylinderkopfes nach einer der zuvor genannten Arten insbesondere bei einer aufgeladenen Brennkraftmaschine, da die Abgasrückführung und die Aufladung häufig kombiniert eingesetzt werden und eine aufgeladene Brennkraftmaschine thermisch höher belastet ist.

[0065] Aufgrund der Kühlung des Abgaskrümmers und der Rückführleitung im Zylinderkopf kann auf die Verwendung kostenintensiver wärmebeständiger Werkstoffe verzichtet werden. Dies ist aufgrund der hohen Abgastemperaturen insbesondere bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen von Relevanz bzw. Vorteil.

[0066] Zudem ist die Bemessung d. h. Festlegung der Länge der Abgaskanäle bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen hinsichtlich des Verbrennungsprozesses von geringerer Bedeutung als bei nicht aufgeladenen Brennkraftmaschinen, so dass bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen die im allgemeinen kurze Länge des zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Krümmers keine negativen Auswirkungen auf die Leistung der Brennkraftmaschine hat.

[0067] Vorteilhaft ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Zylinderkopfes insbesondere bei Brennkraftmaschinen, die mittels Abgasturboaufladung aufgeladen

werden. Bei diesen Brennkraftmaschinen wird die Turbine eines Abgasturboladers in der Gesamtabgasleitung angeordnet, wodurch sich der Abgasdruck stromaufwärts der Turbine und damit auch der Abgasdruck im Krümmer erhöht, was das Einleiten der Abgasströme in die Rückführleitung erleichtert bzw. verstärkt, so dass hohe Rückföhrraten realisiert werden können.

[0068] Im folgenden wird die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 1 bis 3b näher beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 in einer Draufsicht den Gußkern der in einer ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes integrierten Abgasleitungen mitsamt dem Gußkern für die integrierte Rückföhrleitung,

Fig.2 eine zweite Ausführungsform des Zylinderkopfes in einer perspektivischen Darstellung mit Blick auf die Montagestirnseite,

Fig. 3a ein an den Zylinderkopf angrenzendes Bauteil in einer perspektivischen Darstellung mit Blick auf die Montagestirnseite, und

Fig. 3b das in Figur 3a dargestellte Bauteil in einer perspektivischen Darstellung mit Blick auf die der Montagestirnseite gegenüberliegende Seite des Bauteils.

[0069] Figur 1 zeigt in einer Draufsicht den Gußkern 12 der in einer ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes integrierten Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6, so dass Figur 1 per se das System der im Zylinderkopf integrierten Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6 selbst veranschaulicht bzw. wiedergibt, weshalb die Bezugszeichen für die Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6 eingetragen bzw. verwendet wurden. Dargestellt ist ebenfalls die im Zylinderkopf vorgesehene d. h. integrierte Leitung 7 zur Rückföhrung von Abgas bzw. der zur Ausbildung der Rückföhrleitung 7 verwendete Gußkern 11.

[0070] Bei dem in Figur 1 dargestellten Gußkern 12 bzw. Abgassystem handelt es sich um die Abgasleitungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6 eines Zylinderkopfes eines Drei-Zylinder-Reihenmotors. Jeder der drei Zylinder 1a, 1b, 1c ist mit zwei Auslaßöffnungen 2a, 2b ausgestattet, wobei sich an jede Auslaßöffnung 2a, 2b eine Abgasleitung 4a, 4b zum Abföhren der Abgase anschließt.

[0071] Die Abgaleitungen 4a, 4b föhren unter Ausbildung eines Abgaskrümmers 3 zu einer Gesamtabgasleitung 6 zusammen. Die Abgasleitungen 4a, 4b jedes Zylinders 1a, 1b, 1c föhren dabei zunächst zu einer dem Zylinder 1a, 1b, 1c zugehörigen Teilabgasleitung 5a, 5b, 5c zusammen, wobei diese Teilabgasleitungen 5a, 5b, 5c anschließend d. h. stromabwärts in eine gemeinsame Gesamtabgasleitung 6 münden. Das Abgas verläßt den Zylinderkopf am Austritt 9 der Gesamtabgasleitung 6 aus dem Zylinderkopf.

[0072] In den Zylinderkopf ist eine Leitung 7 zur Rück-

föhrung von Abgas integriert. Die Rückföhrleitung 7 zweigt von dem im Zylinderkopf integrierten Abgaskrümmern 3 ab, wobei die Rückföhrleitung 7 von einer Teilabgasleitung 5a des Krümmers 3 abzweigt und über einen Austritt 8 aus dem Zylinderkopf verfügt.

[0073] Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform zweigt die geradlinig und parallel zur Zylinderkopflängsachse verlaufende Rückföhrleitung 7 von der Teilabgasleitung 5a eines außenliegenden Zylinders 1a ab, wobei die Leitung 7 außenliegend an den Abgaskrümmern 3 anschließt.

[0074] Die Rückföhrleitung 7 schließt unter Ausbildung eines trichterförmigen Eintrittsbereichs 10 an die Teilabgasleitung 5a an. Dabei nimmt der Durchmesser der Rückföhrleitung 7 an der Verbindungsstelle in Richtung Teilabgasleitung 5a zu. Das Einströmen von Abgas wird dadurch vereinfacht und zwar sowohl das Einströmen aus dem Zylinder 1a, von dessen Teilabgasleitung 5a die Rückföhrleitung 7 abzweigt, als auch das Einströmen aus den anderen Zylindern 1b, 1c.

[0075] Die Wandungen der Rückföhrleitung 7 wölben sich in Richtung der Teilabgasleitung 5a nach außen, so dass der Eintrittsbereich 10 eine trompetenförmige Gestalt annimmt.

[0076] Ein derartig ausgebildeter Eintrittsbereich 10, der sich zur Teilabgasleitung 5a hin aufweitet, föhrt auch zu einer Verringerung der Pulsation.

[0077] Figur 2 zeigt ein Fragment einer zweiten Ausführungsform des Zylinderkopfes 13 in einer perspektivischen Darstellung mit Blick auf die Montagestirnseite 14a, an welcher der Zylinderkopf 13 mit dem in den Figuren 3a, 3b dargestellten Bauteil verbunden wird bzw. an der dieses Bauteil an den Zylinderkopf 13 anschließt.

[0078] Der Zylinderkopf 13 weist zwei zur Montagestirnseite 14a hin offene Rückföhrleitungen 7a', 7b' für das rückzuföhrnde Abgas auf. Diese zylinderkopfseitigen Rückföhrleitungen 7a', 7b' bilden einen Teil der vollständigen Rückföhrleitungen 7a, 7b, die sich erst im montierten Zustand aus der Kombination der zylinderkopfseitigen Rückföhrleitungen 7a', 7b' mit den zu diesen Rückföhrleitungen 7a', 7b' korrespondierenden bauteilseitigen Rückföhrleitungen 7a'', 7b'' zusammensetzen d. h. ergeben (siehe auch Figuren 3a und 3b).

[0079] Eine erste Rückföhrleitung 7a, 7a' verläuft ausgehend von einem AGR-Ventil, welches an dem angrenzenden Bauteil befestigt wird, stromaufwärts, wohingegen die zweite Rückföhrleitung 7b, 7b' ausgehend vom AGR-Ventil stromabwärts föhrt.

[0080] Der vom Abgaskrümmern innerhalb des Zylinderkopfes 13 abgezweigte und rückzuföhrnde Abgasstrom strömt am Eintritt A in die Rückföhrleitung 7a, 7a' und verläßt diese Rückföhrleitung 7a, 7a' am Austritt B, um das AGR-Ventil zu passieren. Nach Durchströmen des AGR-Ventils tritt dieser Abgasstrom am Eintritt C in die zweite Rückföhrleitung 7b, 7b' ein, durchströmt diese und verläßt die Rückföhrleitung 7b, 7b' am Austritt D. Dabei wird der Abgasstrom geköhlt.

[0081] Der Zylinderkopf 13 verfügt über zwei zylinder-

kopfseitige Kühlmittelkanäle 17a', 17b', welche die Montagestirnseite 14a durchstoßen und in das angrenzende Bauteil übergehen.

[0082] Des weiteren ist eine Leitung 20' zur Entlüftung des Kurbelgehäuses in den Zylinderkopf 13 integriert, welche ebenfalls die Montagestirnseite 14a durchstößt und in das angrenzende Bauteil übergeht.

[0083] Figur 3a zeigt ein an den Zylinderkopf angrenzendes Bauteil 15 in einer perspektivischen Darstellung mit Blick auf die Montagestirnseite 14b. Figur 3b zeigt dieses Bauteil 15 ebenfalls in einer perspektivischen Darstellung, aber mit Blick auf die der Montagestirnseite 14b gegenüberliegende Seite des Bauteils 15.

[0084] Das in den Figuren 3a, 3b dargestellte Wasserauslaßgehäuse 16 ist ein an den Zylinderkopf gemäß Figur 2 angrenzendes Bauteil 15, welches im montierten Zustand abstandslos bzw. indirekt über eine dazwischen liegende Dichtung an den Zylinderkopf angrenzt d. h. sich anschließt und mit dem Zylinderkopf verbunden wird, indem die Montagestirnseite 14b des Wasserauslaßgehäuses 16 bündig auf die Montagestirnseite des Zylinderkopfes aufgelegt und verschraubt wird. Gegebenenfalls wird eine Dichtung dazwischenliegend angeordnet.

[0085] Neben der Aufnahme der Rückführleitung 7a, 7b hat das Wasserauslaßgehäuse 16 die primäre Aufgabe, das Kühlmittel aus dem Zylinderkopf abzuführen d. h. den Kühlmittelabfluß aus dem Zylinderkopf zu steuern.

[0086] Das Wasserauslaßgehäuse 16 weist zwei zur Montagestirnseite 14b hin offene Rückführleitungen 7a", 7b" für das rückzuführende Abgas auf. Diese gehäuseseitigen Rückführleitungen 7a", 7b" bilden einen Teil der vollständigen Rückführleitungen 7a, 7b, welche erst in Kombination mit den zylinderkopfseitigen Rückführleitungen 7a', 7b' ausgebildet werden (siehe auch Figur 2). Bezüglich des Strömungsverlaufs des rückzuführenden Abgases wird Bezug genommen auf die bereits weiter oben gemachten Ausführungen.

[0087] Das Wasserauslaßgehäuse 16 verfügt über zwei gehäuseseitige Kühlmittelkanäle 17a", 17b", welche zur Montagestirnseite 14b hin offen sind und sich an die zylinderkopfseitigen Kühlmittelkanäle anschließen.

[0088] Eine im Wasserauslaßgehäuse 16 integrierte Leitung 20" zur Entlüftung des Kurbelgehäuses schließt sich an die im Zylinderkopf vorgesehene Entlüftungsleitung an und durchstößt die Montagestirnseite 14b.

[0089] Wie Figur 3b entnommen werden kann, weist das Wasserauslaßgehäuse 16 eine Ausnehmung 19 zur Aufnahme eines Thermostats auf. Ein am Gehäuse 16 vorgesehener Befestigungsflansch 18 dient dem Anschluß eines AGR-Ventils. Dabei strömt das rückzuführende Abgas vom Gehäuse 16 am Eintritt 18a in das AGR-Ventil, durch das Ventil hindurch und am Austritt 18b in das Gehäuse 16 zurück, in dem es beim Durchströmen der zweiten Rückführleitung 7b erneut gekühlt wird.

Bezugszeichen

[0090]

5	1a a	Zylinder
	1b	Zylinder
	1c	Zylinder
10	2a	Auslaßöffnung
	2b	Auslaßöffnung
15	3	Abgaskrümmern
	4a	Abgasleitung
	4b	Abgasleitung
20	5a	Teilabgasleitung
	5b	Teilabgasleitung
25	5c	Teilabgasleitung
	6	Gesamtabgasleitung
	7	Leitung zur Rückführung von Abgas, Rückführleitung
30	7a	Rückführleitung stromaufwärts des AGR-Ventil
	7b	Rückführleitung stromabwärts des AGR-Ventil
35	7a'	zylinderkopfseitige Rückführleitung stromaufwärts des AGR-Ventil
	7b'	zylinderkopfseitige Rückführleitung stromabwärts des AGR-Ventil
40	7a"	bauteilseitige Rückführleitung stromaufwärts des AGR-Ventil
	7b"	bauteilseitige Rückführleitung stromabwärts des AGR-Ventil
45	8	Austritt der Rückführleitung aus dem Zylinderkopf
50	9	Austritt der Gesamtabgasleitung aus dem Zylinderkopf
	10	Eintrittsbereich
55	11	Gußkern der Rückführleitung
	12	Gußkern des Abgaskrümmers

13	Zylinderkopf	
14a	Montagestirnseite des Zylinderkopfes	
14b	Montagestirnseite des Wasserauslaßgehäuses	5
15	angrenzendes Bauteil	
16	Wasserauslaßgehäuse	10
17a'	zylinderkopfseitiger Kühlmittelkanal	
17b'	zylinderkopfseitiger Kühlmittelkanal	
17a"	bauteilseitiger Kühlmittelkanal	15
17b"	bauteilseitiger Kühlmittelkanal	
18	Befestigungsflansch	20
18a	Eintritt AGR-Ventil	
18b	Austritt AGR-Ventil	
19	Ausnehmung	25
20'	zylinderkopfseitige Leitung zur Entlüftung des Kurbelgehäuses	
20"	bauteilseitige Leitung zur Entlüftung des Kurbelgehäuses	30
A	Eintritt in die Rückführleitung 7a	
B	Austritt aus der Rückführleitung 7a	
C	Eintritt in die Rückführleitung 7b	35
D	Austritt aus der Rückführleitung 7b	
AGR	Abgasrückführung	

Patentansprüche

1. Zylinderkopf (13) mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf (13) integrierten Kühlmittelmantel und mit mindestens einem an den Zylinderkopf (13) angrenzenden Bauteil (15) für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern (1a, 1b, 5c), bei dem
 - jeder Zylinder (1a, 1b, 1c) mindestens zwei Auslaßöffnungen (2a, 2b) zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder (1a, 1b, 1c) aufweist,
 - sich an jede Auslaßöffnung (2a, 2b) eine Abgasleitung (4a, 4b) anschließt,
 - die Abgasleitungen (4a, 4b) unter Ausbildung eines Abgaskrümmers (3) zu einer Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen, wobei der Abgaskrümmers (3) zumindest teilweise im Zylinderkopf (13) integriert ist, und

- eine Leitung (7, 7a, 7b) zur Rückführung von Abgas vorgesehen ist, die von dem Abgaskrümmers (3) innerhalb des Zylinderkopfes (13) abzweigt und durch den Zylinderkopf (13) und das mindestens eine an den Zylinderkopf (13) angrenzende Bauteil (15) hindurchführt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das angrenzende Bauteil (15) eine Flüssigkeitskühlung aufweist, die vorzugsweise mit dem zumindest teilweise im Zylinderkopf (13) integrierten Kühlmittelmantel kommuniziert.

2. Zylinderkopf (13) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgaskrümmers (3) vollständig im Zylinderkopf (13) integriert ist.

3. Zylinderkopf (13) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst die Abgasleitungen (4a, 4b) der mindestens zwei Auslaßöffnungen (2a, 2b) jedes Zylinders (1a, 1b, 1c) zu einer dem Zylinder (1a, 1b, 1c) zugehörigen Teilabgasleitung (5a, 5b, 5c) zusammenführen, bevor diese Teilabgasleitungen (5a, 5b, 5c) der mindestens zwei Zylinder (1a, 1b, c) zu der Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen.

4. Zylinderkopf (13) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (7, 7a, 7b) zur Rückführung von Abgas von einer Teilabgasleitung (5a, 5b, 5c) abzweigt.

5. Zylinderkopf (13) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (7, 7a, 7b) zur Rückführung von Abgas aus dem Zylinderkopf (13) austritt und unmittelbar in das mindestens eine an den Zylinderkopf (13) angrenzende Bauteil (15) eintritt.

6. Zylinderkopf (13) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine an den Zylinderkopf (13) angrenzende Bauteil (15) ein Kühlmittelgehäuse (16) ist, das dem Zuführen von Kühlmittel in den im Zylinderkopf (13) integrierten Kühlmittelmantel und/oder dem Abführen von Kühlmittel aus dem im Zylinderkopf (13) integrierten Kühlmittelmantel dient.

7. Zylinderkopf (13) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung (7, 7a, 7b) zur Rückführung von Abgas aus dem mindestens einen an den Zylinderkopf (13) angrenzenden Bauteil (15) austritt.

8. Zylinderkopf (13) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Leitung (7, 7a, 7b) zur Rückführung von Abgas ein Ventil zur Steuerung der Rückführtrate vorgesehen

ist.

9. Zylinderkopf nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil zwischen dem Zylinderkopf (13) und dem mindestens einen an den Zylinderkopf (13) angrenzenden Bauteil (15) angeordnet ist.
10. Zylinderkopf (13) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil in das mindestens eine an den Zylinderkopf (13) angrenzende Bauteil (15) integriert ist.

Claims

1. Cylinder head (13) having a coolant jacket which is at least partially integrated into the cylinder head (13) and having at least one component (15), which adjoins the cylinder head (13) for an internal combustion engine with at least two cylinders (1a, 1b, 1c), in which

- each cylinder (1a, 1b, 1c) has at least two outlet openings (2a, 2b) for discharging the exhaust gases out of the cylinder (1a, 1b, 1c),
- each outlet opening (2a, 2b) is adjoined by an exhaust line (4a, 4b),
- the exhaust lines (4a, 4b) are merged, so as to form an exhaust manifold (3), to form an overall exhaust line (6), with the exhaust manifold (3) being at least partially integrated in the cylinder head (13), and
- a line (7, 7a, 7b) for the recirculation of exhaust gas is provided, which line (7, 7a, 7b) branches off from the exhaust manifold (3) within the cylinder head (13) and leads through the cylinder head (13) and the at least one component (15) which adjoins the cylinder head (13),

characterized in that

the adjoining component (15) has a liquid-cooling arrangement which preferably communicates with the coolant jacket which is at least partially integrated into the cylinder head (13).

2. Cylinder head (13) according to Claim 1, **characterized in that** the exhaust manifold (3) is completely integrated in the cylinder head (13).
3. Cylinder head (13) according to one of the preceding claims, **characterized in that** firstly the exhaust lines (4a, 4b) of the at least two outlet openings (2a, 2b) of each cylinder (1a, 1b, 1c) merge to form a partial exhaust line (5a, 5b, 5c), which is associated with the cylinder (1a, 1b, 1c), before said partial exhaust lines (5a, 5b, 5c) of the at least two cylinders (1a, 1b, 1c) merge to form the overall exhaust line (6).

4. Cylinder head (13) according to Claim 3, **characterized in that** the line (7, 7a, 7b) for the recirculation of exhaust gas branches off from a partial exhaust line (5a, 5b, 5c).

5. Cylinder head (13) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the line (7, 7a, 7b) for the recirculation of exhaust gas emerges out of the cylinder head (13) and then enters directly into the at least one component (15) which adjoins the cylinder head (13).

6. Cylinder head (13) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one component (15) which adjoins the cylinder head (13) is a coolant housing (16) which serves for supplying coolant into the coolant jacket which is integrated in the cylinder head (13) and/or for discharging coolant out of the coolant jacket which is integrated in the cylinder head (13).

7. Cylinder head (13) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the line (7, 7a, 7b) for the recirculation of exhaust gas emerges out of the at least one component (15) which adjoins the cylinder head (13).

8. Cylinder head (13) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a valve for controlling the recirculation rate is provided in the line (7, 7a, 7b) for the recirculation of exhaust gas.

9. Cylinder head according to Claim 8, **characterized in that** the valve is arranged between the cylinder head (13) and the at least one component (15) which adjoins the cylinder head (13).

10. Cylinder head (13) according to Claim 8, **characterized in that** the valve is integrated into the at least one component (15) which adjoins the cylinder head (13).

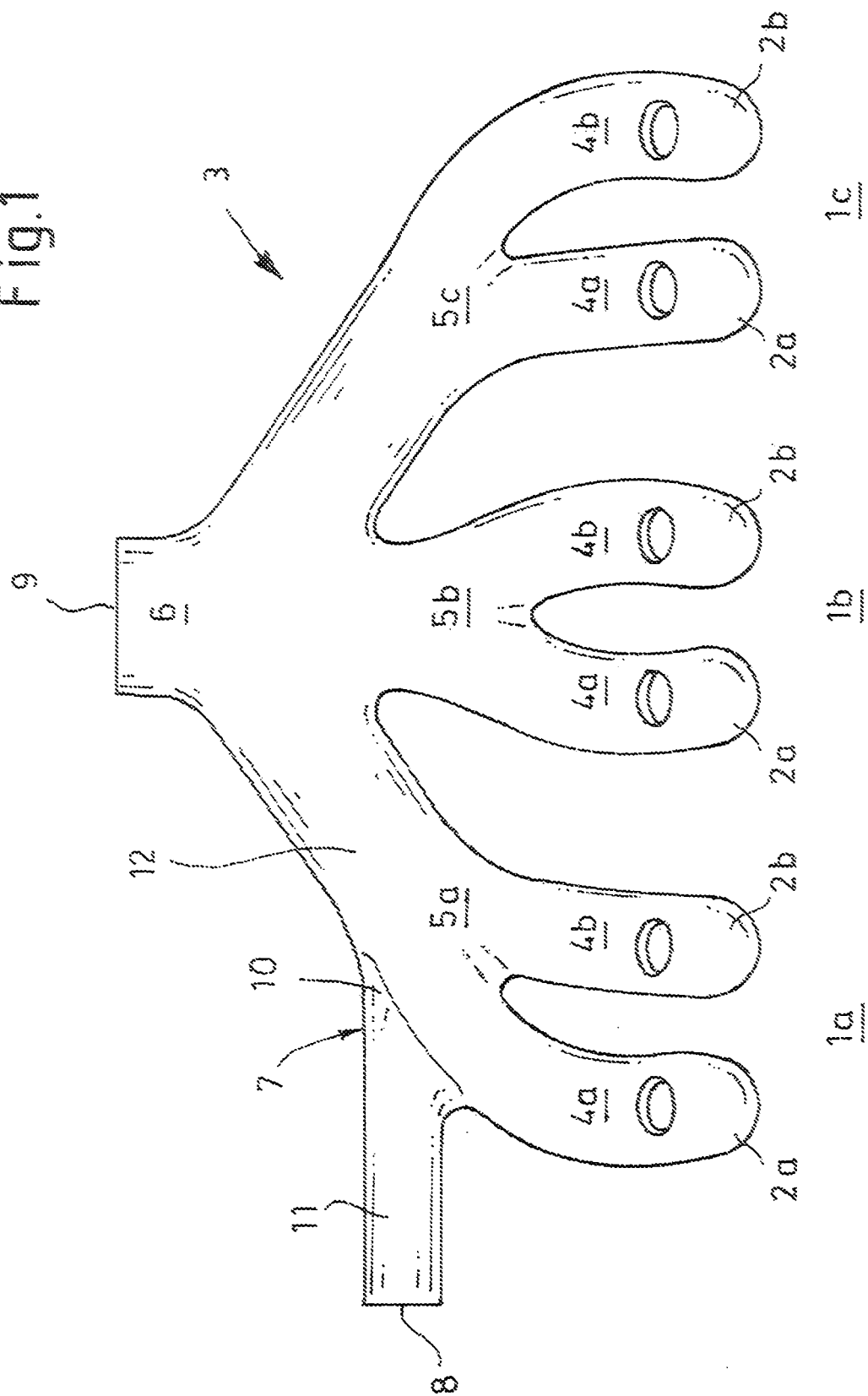
Revendications

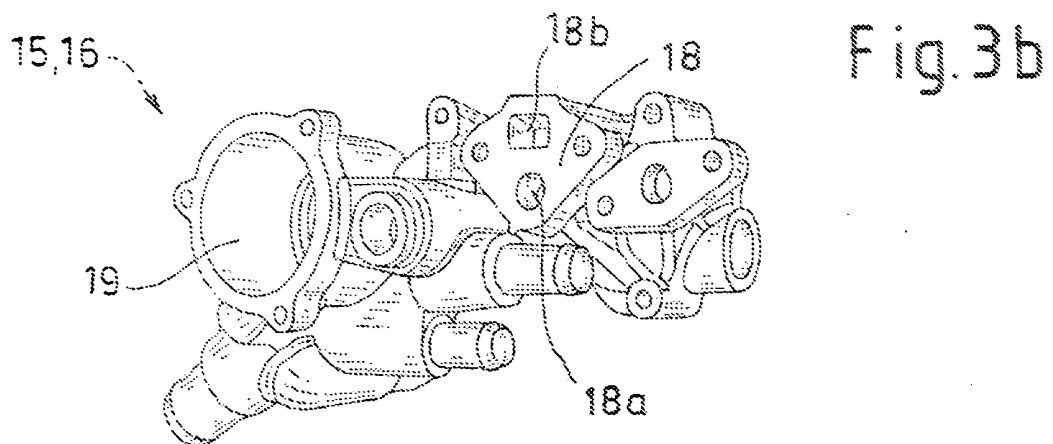
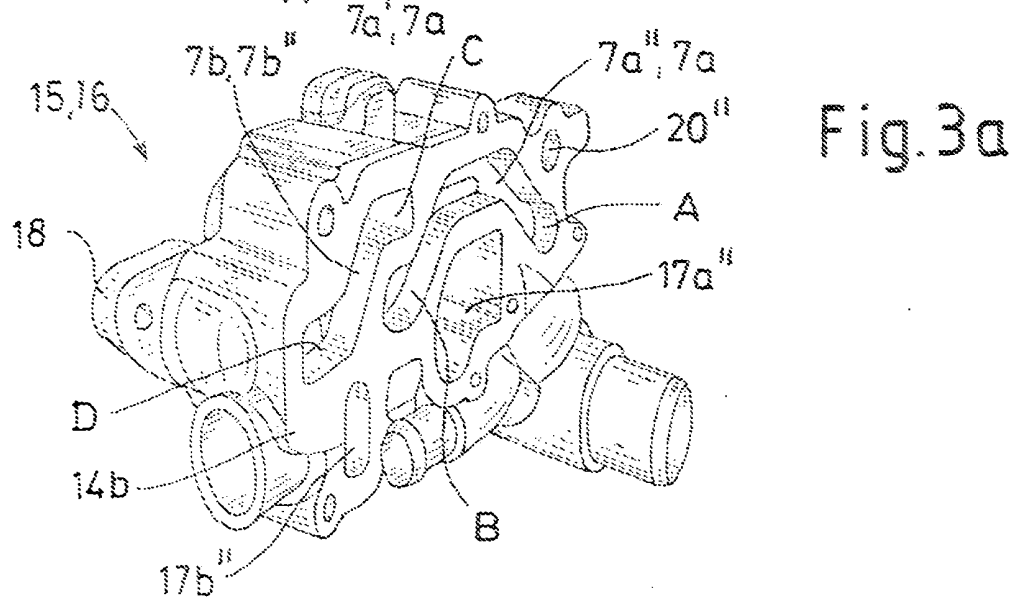
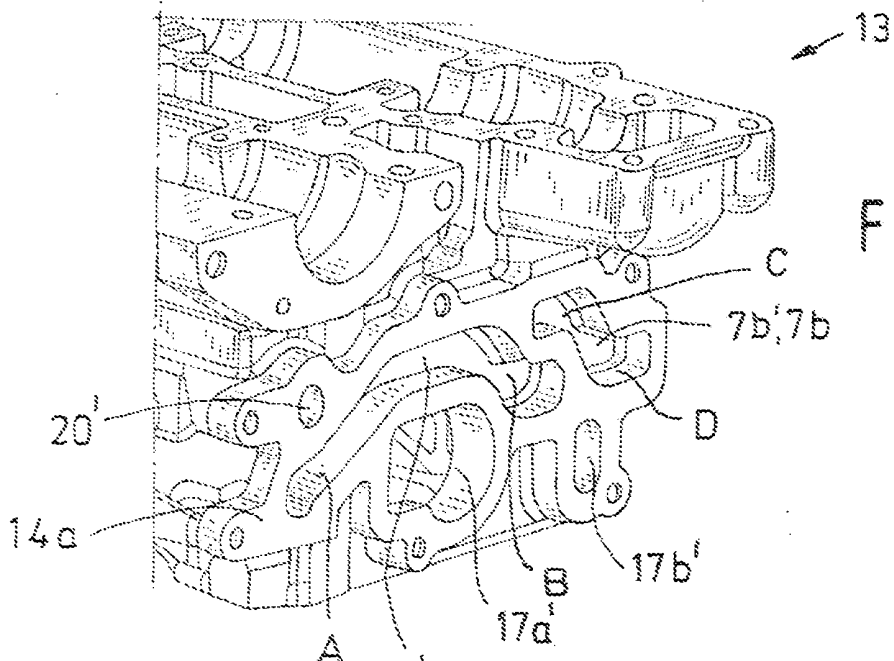
1. Culasse (13) avec une chemise d'agent de refroidissement intégrée au moins partiellement dans la culasse (13) et avec au moins un composant (15) adjacent à la culasse (13) pour un moteur à combustion interne comprenant au moins deux cylindres (1a, 1b, 1c), dans laquelle

- chaque cylindre (1a, 1b, 1c) présente au moins deux ouvertures d'échappement (2a, 2b) pour l'évacuation des gaz d'échappement hors du cylindre (1a, 1b, 1c),
- une conduite de gaz d'échappement (4a, 4b) est raccordée à chaque ouverture d'échappe-

- ment (2a, 2b),
 - les conduites de gaz d'échappement (4a, 4b) se rejoignent en une conduite de gaz d'échappement globale (6) en formant un collecteur de gaz d'échappement (3), dans laquelle le collecteur de gaz d'échappement (3) est intégré au moins partiellement dans la culasse (13), et
 - il est prévu une conduite (7, 7a, 7b) pour le recyclage de gaz d'échappement, qui est dérivée du collecteur de gaz d'échappement (3) à l'intérieur de la culasse (13) et qui conduit à travers la culasse (13) et ledit au moins un composant (15) adjacent à la culasse (13),
caractérisée en ce que
 - le composant adjacent (15) présente un refroidissement par liquide, qui communique de préférence avec la chemise d'agent de refroidissement intégrée au moins partiellement dans la culasse (13).
2. Culasse (13) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le collecteur de gaz d'échappement (3) est intégré entièrement dans la culasse (13).
3. Culasse (13) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** d'abord les conduites de gaz d'échappement (4a, 4b) des au moins deux ouvertures d'échappement (2a, 2b) de chaque cylindre (1a, 1b, 1c) se rejoignent en une conduite de gaz d'échappement partielle (5a, 5b, 5c) correspondant au cylindre (1a, 1b, 1c) avant que ces conduites de gaz d'échappement partielles (5a, 5b, 5c) des au moins deux cylindres (1a, 1b, 1c) se rejoignent pour former la conduite de gaz d'échappement globale (6).
4. Culasse (13) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la conduite (7, 7a, 7b) destinée au recyclage de gaz d'échappement est dérivée d'une conduite de gaz d'échappement partielle (5a, 5b, 5c).
5. Culasse (13) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la conduite (7, 7a, 7b) destinée au recyclage de gaz d'échappement sort de la culasse (13) et pénètre immédiatement dans ledit au moins un composant (15) adjacent à la culasse (13).
6. Culasse (13) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledit au moins un composant (15) adjacent à la culasse (13) est une enceinte d'agent de refroidissement (16), qui sert pour l'introduction d'agent de refroidissement dans la chemise d'agent de refroidissement intégrée dans la culasse (13) et/ou pour l'évacuation d'agent de refroidissement hors de la chemise d'agent de refroidissement intégrée dans la culasse (13).
7. Culasse (13) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la conduite (7, 7a, 7b) destinée au recyclage de gaz d'échappement sort dudit au moins un composant (15) adjacent à la culasse (13).
8. Culasse (13) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'il** est prévu, dans la conduite (7, 7a, 7b) destinée au recyclage de gaz d'échappement, une soupape pour commander le débit de recyclage.
9. Culasse (13) selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la soupape est disposée entre la culasse (13) et ledit au moins un composant (15) adjacent à la culasse (13).
10. Culasse (13) selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la soupape est intégrée dans ledit au moins un composant (15) adjacent à la culasse (13).

Fig.1





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10062169 A1 [0002]
- GB 2370073 A [0016] [0017] [0020] [0021] [0025]