

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Dezember 2004 (09.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/106722 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02M 1/02**,
F02B 19/16

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2004/000183

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Mai 2004 (27.05.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
GM 368/2003 27. Mai 2003 (27.05.2003) AT
GM 503/2003 15. Juli 2003 (15.07.2003) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz 1, A-8020 GRAZ (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BERAN, Robert** [AT/AT]; Dr. Robert Grafstr. 10/3/20, A-8010 GRAZ (AT).

(74) Anwalt: **BABELUK, Michael**; Mariahilfer Gürtel 39/17, A-1150 WIEN (AT).

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

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

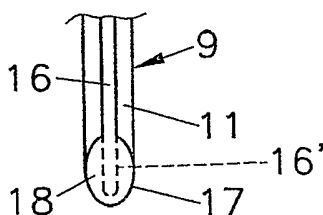
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: An internal combustion engine comprises at least one inlet manifold, into which a gas flow path opens, which is formed by a gas introduction tube. The gas supply to the gas flow path may be controlled by means of a gas valve.

(57) Zusammenfassung: Eine Brennkraftmaschine weist zumindest einen Einlasskanal auf, in welchen ein durch ein Gaszuführrohr gebildeter Gasströmungsweg einmündet. Die Gaszufuhr zum Gasströmungsweg ist durch ein Gasventil steuerbar.



WO 2004/106722 A2

Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Brennkraftmaschine, insbesondere eine Gas-Brennkraftmaschine.

Aus dem Paper No.2000-ICE-330, ICE-Vol. 35-2, 2000 ICE Fall Technical Conference, ASME 2000 mit dem Titel "Gas Engine Developement at Wärtsilä NSD", Ingemar NYLUND, ist eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der Gas über zwei Gaszuführrohre in den Einlasskanal zugeführt wird. Die Gaszuführrohre sind dabei etwa normal zum Einlasskanal angeordnet, wobei im Bereich der Mündungen die Gaszuführrohre abgeschrägt sind. Nachteilig ist, dass nach Schließen des Gasventiles im Gaszuführrohr ein Gasrest verbleibt, welcher nicht an der Verbrennung teilnimmt. Da das Gas als Strahl in den Einlasskanal geblasen wird, wobei die Kontaktfläche mit der Frischluft relativ klein ist, lässt die erreichte Durchmischung zu wünschen übrig.

Aus der JP 2001-214811 A ist eine Gas-Brennkraftmaschine bekannt, bei welcher Gas über ein Gaszuführrohr in einen Einlasskanal zugeführt wird, wobei das Gaszuführrohr eine Reihe von radialen Öffnungen aufweist, über welche das Gas in Richtung der Einlassströmung eingeblasen wird. Die Mündungen des Gaszuführrohres sind möglichst nahe bei der Mündung in den Brennraum angeordnet, um das an der Verbrennung nicht teilnehmende Restgas im Einlasskanal möglichst klein zu halten und um Spülverluste zu reduzieren. Durch die mündungsnahe Einblasung des Gases in den Einlasskanal ist aber die Durchmischung mit der Frischluft nicht ausreichend.

Brennverfahren mit Vorkammer kommen unter anderem in mager (mit hohem Luftverhältnis) betriebenen Gasmotoren, ab einem gewissen Zylinderhubvolumen, zur Anwendung. Der Vorteil einer Verbrennungseinleitung in der Vorkammer, anstatt im Hauptbrennraum besteht darin, dass auch bei hohen Luftverhältnissen eine geringe Zündenergie ausreicht, um eine effiziente (mit gutem Wirkungsgrad) und dennoch schadstoffarme Verbrennung der gesamten Zylinderladung (in Vorkammer und Hauptbrennraum) sicherzustellen.

Die Vorkammer ist mit dem Hauptbrennraum über eine oder mehrere Bohrungen strömungstechnisch verbunden. Das Brenngas/Luft-Gemisch strömt über eine oder mehrere Einlassventile in den Hauptbrennraum und wird in weiterer Folge während des Verdichtungs Vorganges in die Vorkammer geschoben, so dass in dieser ein brennbares Gemisch zur Verfügung steht.

Zur Entflammung des Brenngas/Luft-Gemisches werden elektrische Funkenzündsysteme und auch Zündstrahlverfahren angewandt. Im Falle einer elektrischen Funkenzündung wird vielfach noch zusätzlich reines Brenngas oder ein Brenngas/Luft-Gemisch in die Vorkammer eingebracht, um am Ort der Verbrennungseinleitung ein, im Vergleich zum Hauptbrennraum, deutlich fetteres und damit auch zündwilligeres Gemisch zur Verfügung zu haben.

Während bei den elektrischen Zündsystemen die Verbrennungseinleitung durch einen Überschlag eines Zündfunken zwischen den Elektroden einer Zündkerze erfolgt, wird bei dem Zündstrahlverfahren eine kleine Menge flüssigen Brennstoffes unter hohem Druck in die Vorkammer eingespritzt. Diese entzündet sich bei ausreichend hohen Verdichtungstemperaturen selbst und initialisiert in weiterer Folge die Verbrennung des Brenngas/Luft-Gemisches.

Statt der Verbrennungseinleitung durch einen Zündfunken oder auch durch einen flüssigen Zündstrahl kann die Verbrennung in der Vorkammer auch durch eine homogene Selbstzündung eingeleitet werden, wie in der AT 6.290 U1 beschrieben ist.

Aus der Vorkammer strömen Flammenfackeln in den Hauptbrennraum und entflammen auch das dort befindliche Brenngas/Luft-Gemisch.

Zur Erzielung einer stabilen Verbrennung in der Vorkammer ist bei sämtlichen Konzepten ein ausreichend hohes Temperaturniveau in der Vorkammer erforderlich.

Dies gilt insbesondere für Gasmotoren mit Zündstrahlverfahren und für Konzepte mit homogener Verbrennung in der Vorkammer. Damit es zu einer Selbstzündung des eingespritzten oder eingeblassenen Zündstrahles kommt, muss die Selbstzündungstemperatur überschritten werden. Die Temperaturerhöhung des in der Vorkammer befindlichen Restgas/Brenngas/Luft-Gemisches resultiert primär aus dem Verdichtungsprozess. Wandwärmeverluste verringern jedoch wiederum die Temperatur des Gasgemisches und erschweren damit die Selbstzündung. Speziell beim Start eines Zündstrahlmotors sind die Wandwärmeverluste besonders hoch, was den Motorstart erheblich erschwert.

Aber auch bei Gasmotoren mit elektrischer Zündung, mit und ohne zusätzlicher Gaszufuhr (oder Gas/Luft-Gemischzufuhr) führen zu große Wandwärmeverluste zu einer schlechten Verbrennung in der Vorkammer. Insbesondere bei hohen Luftverhältnissen in der Vorkammer zum Zündzeitpunkt führt dies zu einer schlechten Verbrennung.

Aus der EP 0 097 320 A2 ist eine Vor- oder Wirbelkammer für Verbrennungsmotoren bekannt, welche einen den Innenraum formenden inneren Formkörper und einen eine Wärmeisolierung bildenden äußeren Formkörper aus keramischem Werkstoff aufweist, der durch Schrumpfen oder Kleben außen mit dem inneren Formkörper verbunden ist. Vorkammern mit Wärmeisolierungen an der Außenseite des Vorkammerkörpers sind auch aus der Veröffentlichung DE 864 173 B bekannt. Trotz Isolierung werden die Vorkammern mechanisch und thermisch stark belastet. Vorkammern mit wärmeisolierenden Strukturen an der Innenseite des Vorkammerkörpers sind aus US 5,065,714 A, der DE 38 32 261 A und der DE 198 00 751 A1 bekannt. Nachteilig ist, dass diese bekannten Vorkammern mit thermischer Isolierung einen erhöhten Herstellungsaufwand aufweisen. Für eine Nachrüstung sind derartig isolierte Vorkammern weniger geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art die Gemischhomogenität zu verbessern und die Spülverluste zu verringern. Eine weitere Aufgabe ist es, bei einer Brennkraftmaschine mit einer mit einem Hauptbrennraum verbundenen Vorkammer zur Einleitung der Verbrennung die Wärmeverluste zu vermindern.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass in zumindest einem Einlasskanal zumindest ein durch ein Gaszuführrohr gebildeter Strömungsweg zur Zuführung des gasförmigen Kraftstoffes einmündet, wobei die Gaszufuhr zum Gasströmungsweg durch ein Gasventil steuerbar ist. Vorzugsweise ist weiters vorgesehen, dass das Gaszuführrohr zumindest einen Längsschlitz und/oder zumindest ein Langloch aufweist, wobei der Längsschlitz zu einer stirnseitigen Mündungsöffnung des Gaszuführrohres hin auslaufen kann. Ein Längsschlitz oder ein Langloch ist dabei auf der der Frischluftströmung abgewandten Seite des Gaszuführrohres angeordnet, wobei ein weiterer Längsschlitz oder ein weiteres Langloch an der der Frischluftströmung zugewandten Seite angeordnet sein kann. Dadurch, dass das Gas über den Längsschlitz oder das Langloch und die stirnseitige Mündungsöffnung in den Einlasskanal strömt, wird die Kontaktoberfläche mit der Frischluft wesentlich vergrößert und die Durchmischung verbessert. Die Frischluft kann durch die stirnseitige Mündungsöffnung und den Längsschlitz bzw. das Langloch das Gaszuführrohr optimal ausspülen, so dass nach Abschalten des Gasventils kaum Restgas im Gaszuführrohr verbleibt und nahezu das gesamte zugeführte Gas an der Verbrennung teilnimmt. Somit können die Spülverluste wesentlich verringert werden.

Eine verbesserte Gemischhomogenität lässt sich erreichen, wenn das Gaszuführrohr im Bereich der stirnseitigen Mündungsöffnung abgeschrägt ist, wobei die Mündungsöffnung bevorzugt auf der der Frischluftströmung im Einlasskanal abgewandten Seite angeordnet ist.

Besonders vorteilhaft für eine gute Durchmischung des Gases mit Frischluft und für eine gute Ausspülung des Gaszuführrohres ist es, wenn das Gaszuführrohr zumindest teilweise entgegen der Frischluftströmung im Einlasskanal gerichtet ist.

In weiterer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest zwei Gasströmungswege, vorzugsweise ein erster und ein zweiter Gasströmungsweg, in unterschiedlichen Bereichen in den Einlasskanal einmünden. Zwei Gasströmungswege zur Zuführung der Brenngase sind besonders für Brennkraftmaschinen mit zwei Einlassventilen, welche strömungsmäßig hintereinander im Mündungsbereich eines einzigen Einlasskanals angeordnet sind, von Vorteil. Dabei ist in einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass der zweite Gasströmungsweg – in Richtung der Luftströmung im Einlasskanal betrachtet – stromabwärts des ersten Gasströmungsweges in den Einlasskanal einmündet, wobei vorzugsweise der erste und der zweite Gasströmungsweg in unterschiedlichen Querschnittsbereichen des Einlasskanals einmünden, wobei vorteilhafterweise der erste Einlassströmungsweg innerhalb des Einlasskanals länger ist, als der zweite Einlassströmungsweg. Dadurch, dass die Gaszuführrohre unterschiedlich lang ausgeführt sind, kann das Gas in unterschiedlichen Querschnittsbereichen des Einlasskanals einströmen, wodurch das über jedes Einlassventil einströmende Gas separat dosiert und besonders gut mit Frischluft durchmischt werden kann.

Die Gasströmungswege können entweder im Zylinderkopf oder in einem kombinierten Einlass-Auslass-Krümmer angeordnet sein.

Um die Wärmeverluste im Bereich der Vorkammer zu vermindern, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die thermische Isolierung durch einen in die Vorkammer eingesetzten Isolierungseinsatz gebildet ist, wobei vorzugsweise der Isoliereinsatz als Hülse ausgebildet ist. Durch die entstehende Trennfuge zwischen der Hülse und dem eigentlichen Vorkammerkörper wird der Wärmeabfluss erschwert. Darüber hinaus ergibt sich dabei der Vorteil, dass sich die thermische Belastung des eigentlichen Vorkammerkörpers, welcher bereits mechanisch stark beansprucht ist, reduziert. Die Hülse besteht dabei vorteilhafterweise aus einem wärmefesten Material oder mehreren Materialien, beispielsweise zumindest teilweise aus Keramik.

Die Einbringung der Hülse ist durch einfache Adaptionen auch an bestehenden Vorkammerkonstruktionen leicht zu realisieren, ein Nachrüsten in Serie befindlicher Motoren ist daher kostengünstig möglich. Besonders geringe Maßnahmen sind erforderlich, wenn die Hülse rotationssymmetrisch, vorzugsweise zylindrisch, geformt ist und die Vorkammer zumindest abschnittsweise zylindrisch geformt

ist. Vorzugsweise wird die Hülse in eine beispielsweise durch einen Fräs- oder Drehvorgang hergestellte Ausnehmung entsprechend der Form der Hülse eingesetzt. Um dies zu ermöglichen, ist es besonders vorteilhaft, wenn der Vorkammerkörper mehrteilig ausgebildet ist und zumindest aus einem die Hülse aufnehmenden ersten Teil und einem die Vorkammer in axialer Richtung abschließenden zweiten Teil besteht.

Um eine Störung der Strömungen innerhalb der Vorkammer zu vermeiden, ist in einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen, dass die innere Mantelfläche der Hülse an die angrenzende Vorkammerwand plan anschließt.

Mit den beschriebenen Maßnahmen zur Wärmeisolation erreicht das Restgas/Brenngas/Luft-Gemisch in der Vorkammer gegen Ende der Verdichtung (kurz bevor der Kolben den oberen Totpunkt erreicht) ausreichend hohe Temperaturen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einem Längsschnitt durch einen Einlasskanal in einer ersten Ausführungsvariante,
- Fig. 2 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einem Längsschnitt durch einen Einlasskanal in einer zweiten Ausführungsvariante,
- Fig. 3 einen Einlass-Auslass-Krümmerteil aus Fig. 1 in einer Schrägsicht,
- Fig. 4 das Gaszuführrohr aus Fig. 1 im Detail und
- Fig. 5 eine erfindungsgemäße Vorkammer im Längsschnitt.

In den Ausführungsbeispielen sind funktionsgleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die in Fig. 1 bis Fig. 4 gezeigte Gas-Brennkraftmaschine 1 zur Verbrennung eines gasförmigen Kraftstoffes weist pro Zylinder 2 einen Einlasskanal 3 auf, welcher sich vor Eintritt in den Brennraum 4 in zwei Teilkanäle 5, 6 aufteilt, deren Einlassquerschnitt durch Einlassventile 7, 8 gesteuert wird. Das Gas wird über einen ersten und einen zweiten Gasströmungsweg 9, 10 zugeführt, wobei die Gasströmungswege 9, 10 durch in den Einlasskanal 3 mündende erste und zweite Gaszuführrohre 11, 12 gebildet sind. Die Menge des zugeführten Gases wird über ein elektrisch betätigbares Gasventil 13 gesteuert.

Die ersten und zweiten Gasströmungswege 9, 10 können in einen vom Zylinderkopf 14 getrennt ausgeführten kombinierten Einlass-Auslass-Krümmerteil 15 angeordnet sein, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die ersten und zweiten Gasströmungswege 9, 10 im Zylinderkopf 14 angeordnet sind und dass das Gasventil 13 direkt am Zylinderkopf 14 befestigt ist (Fig. 2).

Erste und zweite Gaszuführrohre 11, 12 sind unterschiedlich lang ausgeführt und münden in unterschiedlichen Querschnittsbereichen des Einlasskanals 3 in diesen ein. Dadurch wird erreicht, dass beide Teilkanäle 5, 6 gleichermaßen ausreichend mit Kraftstoff-Luftgemisch versorgt werden.

Das erste Gaszuführrohr 11 weist einen der Frischluftströmung S abgewendeten Längsschlitz 16 auf, welcher sich über einen Großteil des ersten Gaszuführrohres 11 erstreckt. Das Gaszuführrohr ist an seiner in den Einlasskanal ragenden Stirnseite 17 mit einer Mündungsöffnung 18 versehen. Der Längsschlitz 16 läuft zur Stirnseite hin in diese stirnseitige Mündungsöffnung 18 aus. Das erste Gaszuführrohr 11 ist im Bereich seiner Stirnseite 17 abgeschrägt, so dass die Öffnung 18 der Frischluftströmung S abgewendet ist.

Das über das Gasventil 13 zugeführte Gas strömt durch das erste und zweite Gaszuführrohr 11, 12 in den Einlasskanal 3 ein. Die Einströmung durch das erste Gaszuführrohr 11 erfolgt dabei über den gesamten Längsschlitz 16, sowie über die stirnseitige Mündungsöffnung 18. Dadurch entsteht eine relativ große Kontaktfläche mit der einströmenden Frischluft, wodurch eine besonders gute Durchmischung des Kraftstoffes mit der Frischluft erzeugt wird. Da das Gas über das erste und das zweite Gaszuführrohr 11, 12 in unterschiedliche Querschnittsbereiche des Einlasskanals 3 einströmt, wird die Durchmischung gefördert und erreicht, dass beide Teilkanäle 5, 6 mit Kraftstoff-Luft-Gemisch versorgt werden.

Wie in Fig. 4 im Detail dargestellt, kann das Gaszuführrohr 11 auch auf der der Frischluftströmung zugewandten Seite einen Längsschlitz oder ein Langloch 16' aufweisen. Nach Abschalten des Gasventils 13 wird das Gaszuführrohr 11 mit Frischluft gespült, indem ein Teil der Frischluft des Einlasskanals 3 durch den rückseitigen Längsschlitz bzw. das Langloch 16' sowie durch die stirnseitige Mündungsöffnung 18 des ersten Gaszuführrohres 11 ein- und durch den der Frischluftströmung abgewandten Längsschlitz 16 wieder austritt. Dabei ist es vorteilhaft, wenn das Gaszuführrohr 11 zumindest teilweise entgegen der Strömungsrichtung S der Frischluft im Einlasskanal 3 gerichtet ist, wie aus Fig. 3 beispielsweise hervorgeht. Dies wird erreicht, in dem das erste Gaszuführrohr 11 im Bereich einer äußeren Krümmung des Einlasskanals 3 in den Einlasskanal einmündet.

Fig. 5 zeigt eine Vorkammer 101 im Längsschnitt. Die Vorkammer 101 ist im Zylinderkopf 102 einer nicht weiter dargestellten Brennkraftmaschine angeordnet. Der Innenraum 103 der Vorkammer 101 mündet über Öffnungen 104 in einen Hauptbrennraum 105 der Brennkraftmaschine.

Der Vorkammerkörper 106 der Vorkammer 101 ist mehrteilig ausgebildet und besteht zumindest aus einem ersten Teil 107 und einem den ersten Teil 107 in axialer Richtung abschließenden zweiten Teil 108. Die Längsachse der Vorkammer 101 ist mit 101a bezeichnet.

Der erste Teil 107 spannt den Innenraum 103 auf und weist einen zylindrischen Abschnitt 109 auf, in welchen eine zylindrische Ausnehmung 110 beispielsweise durch Fräsen oder Drehen eingeformt ist. In die Ausnehmung 110 des ersten Teiles 107 ist ein durch eine zylindrische Hülse 111 gebildeter thermischer Isoliereinsatz 112 eingesetzt, welcher einerseits die Wärmeverluste vermindert und andererseits die thermische Belastung des Vorkammerkörpers 106 reduziert. Die Verminderung der Wärmeverluste wird dabei einerseits durch die Trennfuge 113 zwischen Vorkammerkörper 106 und Isoliereinsatz 112, andererseits durch die Wahl eines wärmefesten Materials mit niedriger Wärmeleitfähigkeit, beispielsweise Keramik, realisiert.

Die innere Mantelfläche 114 der Hülse 111 schließt möglichst übergangslos an die Vorkammerwand 115 an, so dass Störungen im Strömungs- und Verbrennungsablauf innerhalb der Vorkammer 101 vermieden werden. Über den zweiten Teil 108 kann ein Einspritzventil und/oder eine Zündeinrichtung in den Innenraum 103 der Vorkammer 101 einmünden, wie durch Bezugszeichen 116 und 117 angedeutet ist.

Bei Zündstrahlmotoren und bei Motoren mit homogener Verbrennung in der Vorkammer 101 kann mit dieser Maßnahme zur Wärmeisolation eine sichere Selbstzündung gewährleistet und eine stabile, rasche Verbrennung in der Vorkammer 101 und in weiterer Folge im Hauptbrennraum 105 sichergestellt werden. Bei Zündstrahlmotoren ist eine Reduzierung der nötigen Einspritzmengen an flüssigem Brennstoff möglich, wodurch Vorteile bei den NO_x-Emissionen erreicht werden können. Auch kann durch die bessere Wärmeisolation der Vorkammer 101 ein besseres Startverhalten der Brennkraftmaschine erzielt werden, da die für gutes Zündverhalten nötigen Temperaturniveaus schneller erreicht werden.

Vorteile hinsichtlich Startverhaltens, Zündung und Verbrennung sind auch bei Vorkammerkonzepten mit einer homogenen Verbrennung in der Vorkammer 101 festzustellen.

Auch bei Vorkammer-Brennkraftmaschinen mit elektrischer Zündung lässt sich die Stabilität und die Geschwindigkeit der Verbrennung in der Vorkammer 101 und damit auch im Hauptbrennraum 105 steigern.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmale zu beanspruchen.

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Die Gegenstände dieser Unteransprüche bilden jedoch auch selbständige Erfindungen, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

Die Erfindung ist auch nicht auf das (die) Ausführungsbeispiel(e) der Beschreibung beschränkt. Vielmehr sind im Rahmen der Erfindung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten erfinderisch sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Brennkraftmaschine, insbesondere Gas-Brennkraftmaschine mit zumindest einem Einlasskanal, in welchen zumindest ein durch ein Gaszuführrohr gebildeter Gasströmungsweg zur Zuführung des gasförmigen Kraftstoffes einmündet, wobei die Gaszufuhr zum Gasströmungsweg durch ein Gasventil steuerbar ist.
2. Brennkraftmaschine, insbesondere nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gaszuführrohr zumindest einen Längsschlitz und/oder zumindest ein Langloch aufweist.
3. Brennkraftmaschine, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Längsschlitz zu einer stirnseitigen Mündungsöffnung des Gaszuführrohres hin ausläuft.
4. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Längsschlitz oder ein Langloch auf der der Frischluftströmung abgewandten Seite des Gaszuführrohres und ggf. ein weiterer Längsschlitz oder ein weiteres Langloch an der der Frischluftströmung zugewandten Seite angeordnet ist.
5. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gaszuführrohr im Bereich der stirnseitigen Mündungsöffnung abgeschrägt ist, wobei die Mündungsöffnung bevorzugt auf der der Frischluftströmung im Einlasskanal abgewandten Seite angeordnet ist.
6. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längsachse des Gaszuführrohres zumindest teilweise entgegen der Frischluftströmung im Einlasskanal gerichtet ist.
7. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Gasströmungswege, vorzugsweise ein erster und ein zweiter Gasströmungsweg, in unterschiedlichen Bereichen des Einlasskanals einmünden.
8. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Gasströmungsweg – in Richtung der Frischluftströmung im Einlasskanal betrachtet – stromabwärts des ersten Gasströmungsweges in den Einlasskanal einmündet.

9. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und der zweite Gasströmungsweg in unterschiedlichen Querschnittsbereichen des Einlasskanals einmünden, wobei vorzugsweise der erste Einlassströmungsweg innerhalb des Einlasskanals länger ist, als der zweite Einlassströmungsweg.
10. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und/oder zweite Gasströmungsweg in einem kombinierten Einlass-Auslass-Krümmerteil angeordnet ist.
11. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und/oder zweite Gasströmungsweg im Zylinderkopf angeordnet ist.
12. Brennkraftmaschine, insbesondere Gas-Brennkraftmaschine, mit zumindest einer mit einem Hauptbrennraum verbundenen, einen Vorkammerkörper aufweisenden, Vorkammer zur Einleitung der Verbrennung, wobei die Vorkammer eine thermische Isolierung aufweist.
13. Brennkraftmaschine, insbesondere nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die thermische Isolierung durch einen in die Vorkammer eingesetzten Isolierungseinsatz gebildet ist.
14. Brennkraftmaschine, insbesondere nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Isoliereinsatz als Hülse ausgebildet ist.
15. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hülse rotationssymmetrisch, vorzugsweise zylindrisch, geformt ist.
16. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorkammer zumindest abschnittsweise zylindrisch geformt ist.
17. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hülse aus wärmefestem Material oder mehreren Materialien, vorzugsweise zumindest teilweise aus Keramik, besteht.
18. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die innere Mantelfläche der Hülse an die angrenzende Vorkammerwand plan anschließt.

19. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vorkammerkörper mehrteilig ausgebildet ist und zumindest aus einem die Hülse aufnehmenden ersten Teil und einem die Vorkammer in axialer Richtung abschließenden zweiten Teil besteht.
20. Brennkraftmaschine, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vorkammerkörper eine vorzugsweise durch einen Fräs- oder Drehvorgang gestaltete Ausnehmung entsprechend der Form der Hülse aufweist.

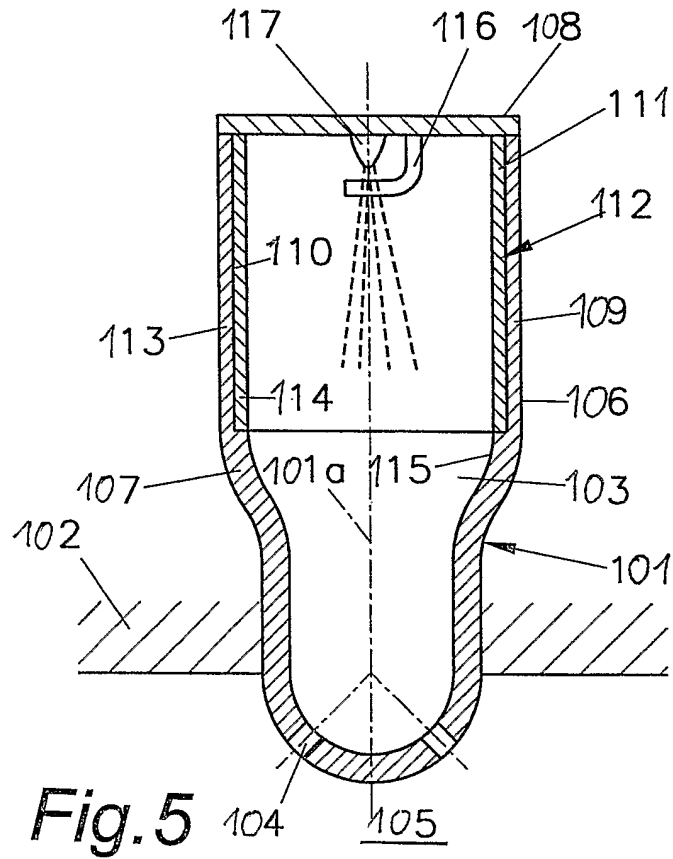


Fig. 5