

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 619/00

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> : **F02M 61/14**

(22) Anmeldetag: 24. 8.2000

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 4.2002

(45) Ausgabetag: 27. 5.2002

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

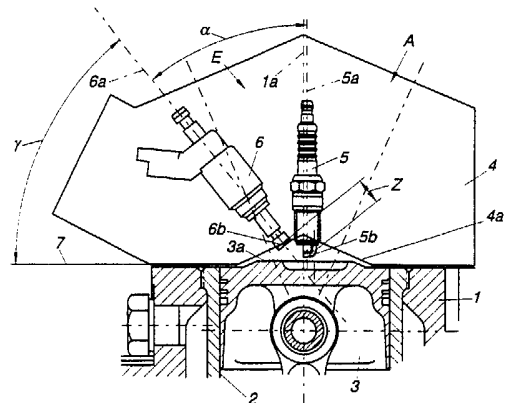
AVL LIST GMBH  
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

PIOCK WALTER DR.  
HITZENDORF, STEIERMARK (AT).

(54) **OTTO-BRENNKRAFTMASCHINE MIT DIREKTER EINSPRITZUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Otto-Brennkraftmaschine mit direkter Einspritzung in den Brennraum (15), welche nach einem strahlgeführten Brennverfahren arbeitet, mit zumindest einer Einspritzeinrichtung (6) und einer Zündeinrichtung (5) pro Zylinder (2). Um die Schichtungsfähigkeit und die Standzeit der Einspritzeinrichtung zu erhöhen ist vorgesehen, daß die Zündeinrichtung (5) zentral, vorzugsweise im Bereich der Zylinderachse (1a) und die Einspritzeinrichtung (6) seitlich versetzt in unmittelbarer Nähe des Zündortes (5b) angeordnet ist, wobei der Abstand (Z) zwischen der Mündung (6b) der Einspritzeinrichtung (6) und dem Zündort (5b) 0,1 bis 0,24 mal dem Kolbendurchmesser (D) beträgt.



AT 005 305 U1

Die Erfindung betrifft eine Otto-Brennkraftmaschine mit direkter Einspritzung in den Brennraum, welche nach einem strahlgeführten Brennverfahren arbeitet, mit zumindest einer Einspritzeinrichtung und einer Zündeinrichtung pro Zylinder.

Bei Otto-Brennkraftmaschinen mit direkter Einspritzung wird zwischen wandgeführten und strahlgeführten Brennverfahren unterschieden. Bei wandgeführten Brennverfahren wird der Einspritzstrahl mehr oder weniger direkt auf die Brennraumwand gerichtet. Dadurch steht eine erhöhte Aufbereitungszeit für die Gemischbildung zur Verfügung. Durch die relativ großen Freiheiten in der Anordnung der Einspritzeinrichtung – meistens nahe der Zylinderwand – können die Gaswechselventile hinsichtlich Lage und Anordnung optimal ausgelegt werden. Da Einspritzstrahl und Zündeinrichtung relativ weit entfernt voneinander angeordnet sind, kommt es zu keiner direkten Zündkerzenbenetzung. Das System ist gegenüber Veränderungen in der Form des Einspritzstrahles nur wenig empfindlich. Nachteilig ist allerdings, dass wandgeführte Brennverfahren begrenzte Schichtungsfähigkeit aufweisen. Bei wandgeführten Brennverfahren ergibt sich eine gezielte Kolbenwandbenetzung. In Folge des längeren Gemischtransportweges wirken sich die Grundströmung und die Fluktuationen stärker auf die Gemischschichtung und somit auf die Verbrennung aus.

Bei strahlgeführten Brennverfahren dagegen wird der Einspritzstrahl nicht auf die Brennraumwand oder den Kolbenboden gerichtet, sondern es wird eine weitgehende Zerstäubung des Einspritzstrahles im Bereich der Zündeinrichtung angestrebt. Strahlgeführte Brennverfahren haben gegenüber wandgeführten Brennverfahren den Vorteil, dass sich eine extreme Schichtungsfähigkeit realisieren lässt, was sich unmittelbar günstig auf den Kraftstoffverbrauch niederschlägt. Zudem kann eine hohe Schichtungsstabilität erreicht werden. Die zentrale Anordnung der Einspritzeinrichtung und der Zündkerze resultieren allerdings in einer reduzierten Größe der Gaswechselventile. Weiters nachteilig ist, dass es oftmals zu einer Benetzung der Zündeinrichtung kommt. Dies kann sich ungünstig auf die Verbrennungsstabilität auswirken. Das Brennverfahren weist darüber hinaus eine hohe Empfindlichkeit gegenüber der Qualität und Form des Einspritzstrahles auf.

Bei bekannten strahlgeführten Brennverfahren ist üblicherweise die Einspritzeinrichtung zentral im Bereich der Zylinderachse angeordnet. Die Zündkerze da-

gegen wird – je nach konstruktiven Gegebenheiten – seitlich versetzt dazu in der Brennraumdecke positioniert. Die Anordnung der Mündung der Einspritzeinrichtung im Bereich der Zylinderachse hat allerdings den Nachteil, dass in diesem Bereich sich nur sehr geringe Strömungsgeschwindigkeiten ausbilden, was dazu führt, dass Kraftstoffreste an der Mündung nicht weggeblasen werden. Dadurch kann es zu einem Verkoken der Mündung der Einspritzeinrichtung kommen, wodurch diese eine relative kurze Standzeit aufweisen.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer direkteinspritzenden Otto-Brennkraftmaschine mit strahlgeführten Brennvorgängen die Schichtungsstabilität und die Standzeit der Einspritzeinrichtung zu erhöhen.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass die Zündeinrichtung zentral, vorzugsweise im Bereich der Zylinderachse und die Einspritzeinrichtung seitlich versetzt in unmittelbarer Nähe des Zündortes angeordnet ist, wobei der Abstand zwischen der Mündung der Einspritzeinrichtung und dem Zündort 0,1 bis 0,24 mal dem Kolbendurchmesser beträgt.

Durch die dezentrale Anordnung der Einspritzeinrichtung liegt die Mündung der Einspritzeinrichtung in einem Bereich mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten, wodurch Kraftstoffreste wirksam weggeblasen werden. Durch die unmittelbare Nähe zur Zündeinrichtung können extreme Ladungsschichtungen bei außerordentlich guter Zündfähigkeit und damit ein besonders geringer Kraftstoffverbrauch realisiert werden.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass der Neigungswinkel der Strahlachse der Einspritzeinrichtung zur Zylinderkopfdichtebene etwa zwischen  $40^\circ$  und  $80^\circ$  beträgt, und dass der Winkel zwischen der Strahlachse der Einspritzeinrichtung und der Achse der Zündeinrichtung etwa zwischen  $10^\circ$  und  $65^\circ$  beträgt, wobei vorzugsweise die Achse der Zündeinrichtung parallel zur Zylinderachse angeordnet ist. Durch diese konstruktive Anordnung lässt sich eine sehr hohe Schichtungsstabilität erreichen. Gleichzeitig wird die Benetzung der Zündkerze auf ein Mindestmaß beschränkt.

Zur Ausbildung von extremen Ladungsschichten mit hoher Stabilität ist es besonders günstig, wenn im Kolben eine flache, ausgerundete und im Wesentlichen kreisförmige Kolbenmulde ausgebildet ist, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Kolbenmuldenmitte – im Grundriss betrachtet – bezüglich der Zylinderachse in Richtung der Strahlachse der Einspritzeinrichtung verschoben ist, wobei

die Verschiebung besonders vorzugsweise zwischen 0,02 bis 0,08 mal dem Kolbendurchmesser beträgt. Die für eine magere Verbrennung günstigste Kolbentiefe ergibt sich zwischen etwa 0,04 bis 0,1 mal dem Kolbendurchmesser. Der mittlere Kolbenmuldendurchmesser sollte dabei etwa zwischen 0,35 bis 0,5 mal dem Kolbendurchmesser liegen.

Zur Erreichung einer besonders hohen Abmagerungsfähigkeit ist es von Vorteil, wenn die durch den Zylinderkopf gebildete Brennraumdecke und/oder der Kolbenboden so geformt sind, dass während des Kompressionshubes des Kolbens eine gezielte Strömung, vorzugsweise eine Walzenströmung, von der Einspritzeinrichtung zur Zündeinrichtung im oberen Totpunkt initiiert wird. Durch die gezielte Strömung zur Zündeinrichtung wird zusätzliche Luft zum Zündort geführt, wodurch ein Verkoken der Zündeinrichtung vermieden werden kann. Die gezielte Strömung zur Zündeinrichtung wird begünstigt, wenn der Kolbenboden auf der Seite der Einspritzeinrichtung eine Quetschfläche aufweist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen schematisch Fig. 1 die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einem Schnitt in einer die Zylinderachse beinhaltenden Motorquerebene, Fig. 2 die Brennkraftmaschine in einer Ventilachsenebene, Fig. 3 einen Kolben der Brennkraftmaschine im Schnitt, Fig. 4 diesen Kolben im Grundriss, Fig. 5 die Brennkraftmaschine in einem Schnitt während eines Kompressionstaktes und Fig. 6 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mit einer weiteren Kolbenform im Schnitt im Bereich des oberen Kolbentotpunktes.

Die Brennkraftmaschine weist ein Zylindergehäuse 1 mit zumindest einem in einem Zylinder 2 hin- und hergehenden Kolben 3 auf. Die Zylinderachse ist mit 1a bezeichnet. In einem am Zylindergehäuse 1 befestigten Zylinderkopf 4 ist eine Zündeinrichtung 5 und eine Einspritzeinrichtung 6 angeordnet. Zwischen der Achse 5a der Zündeinrichtung 5 und der Strahlachse 6a der Einspritzeinrichtung 6 wird ein Winkel  $\alpha$  von etwa  $10^\circ$  bis  $65^\circ$  aufgespannt. Die Strahlachse 6a der Einspritzeinrichtung 6 schließt mit der Zylinderkopfdichtebene 7 einen Winkel  $\gamma$  von etwa  $40^\circ$  bis  $80^\circ$  ein.

Die Einspritzeinrichtung 6 ist auf der Einlassseite E im Zylinderkopf 4 angeordnet. Die Auslassseite ist mit A bezeichnet.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, beträgt der Abstand Z zwischen der Mündung 6b der Einspritzeinrichtung 6 und dem Zündort 5b etwa 0,1 bis 0,24 mal dem Kolbendurchmesser D.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Zylinderkopf 4 in einer durch die Ventilachsen 8a und 9a des Einlassventiles 8 und des Auslassventiles 9 aufgespannten Ventilachsenebene. Mit Bezugszeichen 10 ist ein Einlasskanal, mit Bezugszeichen 11 ein Auslasskanal bezeichnet.

In Fig. 3 und 4 ist schematisch die Form der Oberfläche des Kolbens 3 dargestellt. Der Kolbenboden 3a des Kolbens 3 weist eine flache ausgerundete Kolbenmulde 12 mit einer im Wesentlichen kreisrunden Form auf. Die Kolbentiefe T beträgt etwa zwischen 0,04 bis 0,1 mal dem Kolbendurchmesser D. Der mittlere Muldendurchmesser M beträgt etwa zwischen 0,35 bis 0,5 mal dem mittleren Kolbendurchmesser D. Die Kolbenmulde 12 ist – im in Fig. 4 dargestellten Grundriss gesehen – geringfügig in Richtung der Strahlachse 6a bezüglich der Zylinderachse 1a verschoben, wobei die Verschiebung X, also der Abstand zwischen der Kolbenmuldenmitte 13 und der Kolbenachse 3b bzw. der Zylinderachse 1a etwa zwischen 0,02 bis 0,08 mal dem Kolbendurchmesser D beträgt.

Um eine gezielte Strömung von der Mündung 6b der Einspritzeinrichtung 6 zum Zündort 5b zu erreichen, sind die Einlasskanäle 10, sowie die Brennraumdecke 4a und der Kolbenboden 3a tumbleg-erzeugend ausgebildet, wodurch während des Kompressionstaktes des Kolbens 3 eine Walzenströmung gemäß dem in Fig. 5 angedeuteten Pfeilen 14 im Brennraum 15 entsteht. Der Strahlkegel des über die Einspritzeinrichtung 6 eingespritzten Kraftstoffes ist mit 16 angedeutet.

Um die gezielte Strömung von der Mündung 6b zum Zündort 5b darüber hinaus zu unterstützen, kann der Kolbenboden 3a auf der Seite der Einspritzeinrichtung 6 eine Quetschfläche 17 aufweisen, wodurch im in Fig. 6 dargestellten oberen Totpunkt des Kolbens 3 eine zum Zündort 5b gerichtete Quetschströmung 18 entsteht.

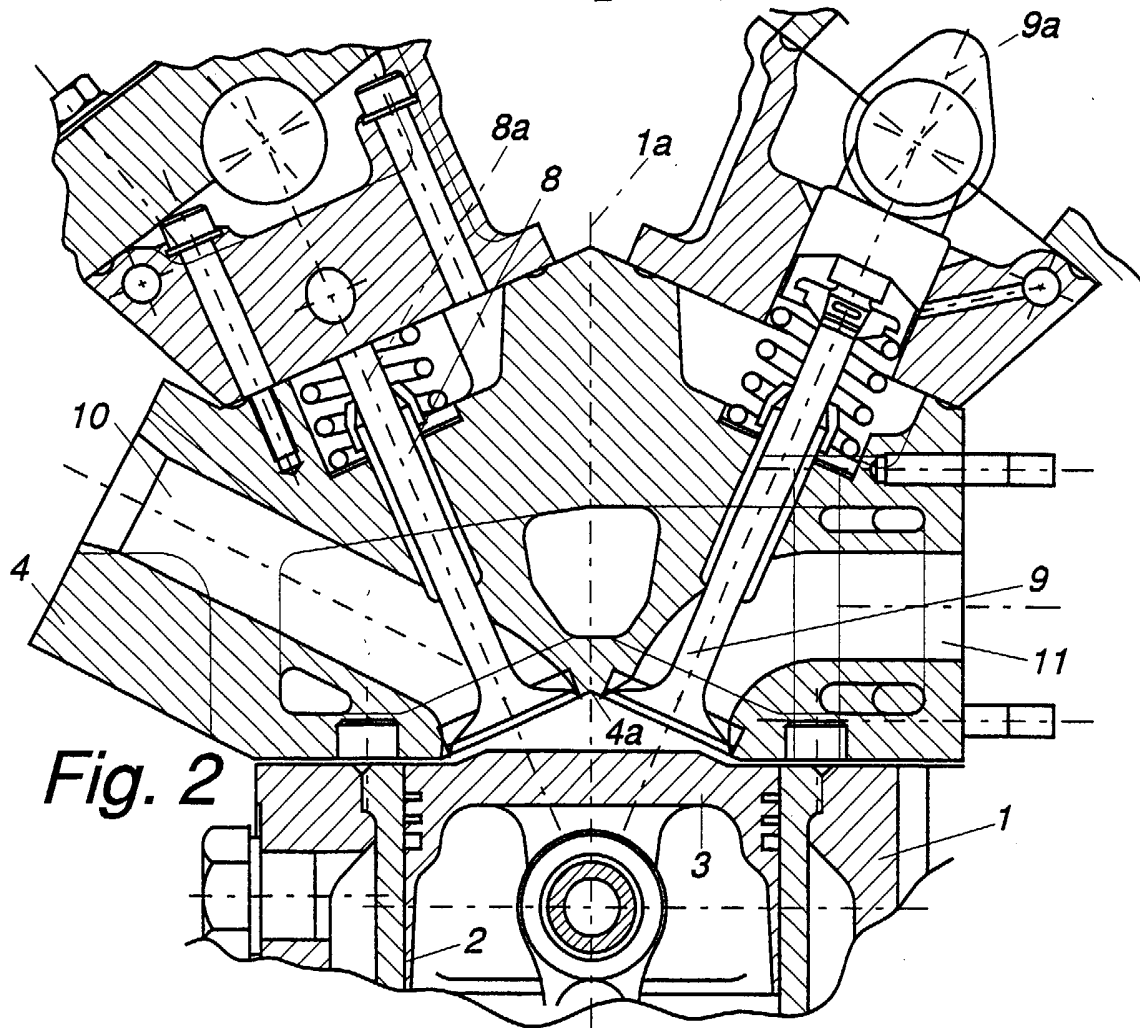
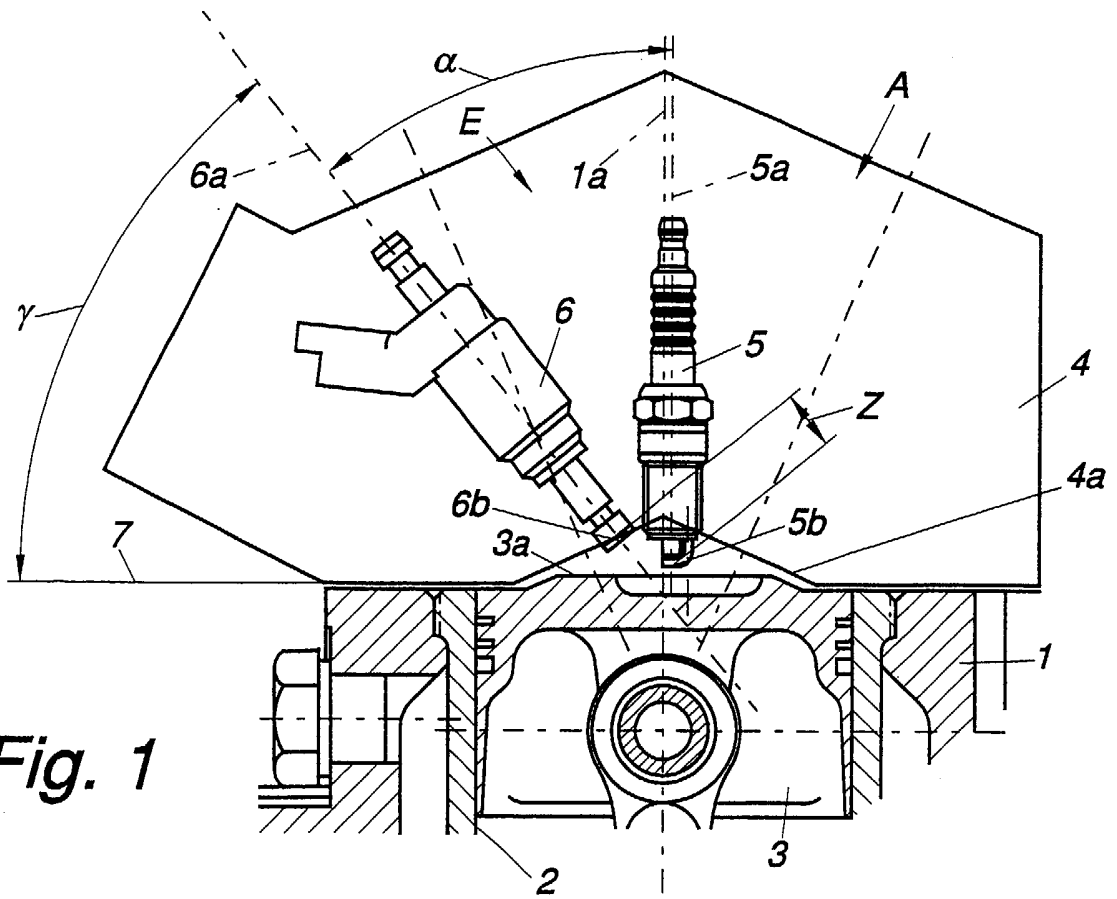
Das mit der beschriebenen Brennkraftmaschine durchgeführte strahlgeführte Brennverfahren hat den Vorteil, dass extreme Schichtungsfähigkeit bei hoher Schichtungsstabilität erzielt werden kann. Dies ermöglicht sehr geringe spezifische Kraftstoffverbräuche. Durch die seitlich versetzte Einspritzeinrichtung 6 wird ein Verkoken der Mündung 6b infolge höherer Strömungsgeschwindigkeiten im Mündungsbereich wirksam vermieden. Die zentral angeordnete Zündeinrichtung

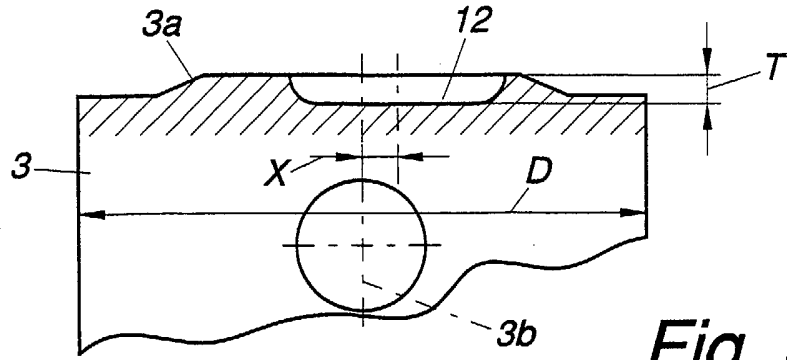
5 ermöglicht eine gute Flammenausbreitung und somit eine gleichmäßige Verbrennung.

**ANSPRÜCHE**

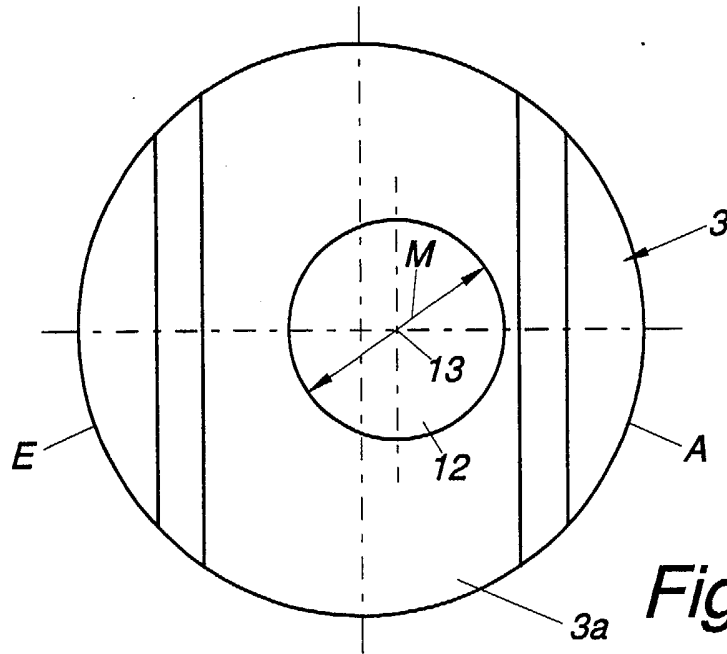
1. Otto-Brennkraftmaschine mit direkter Einspritzung in den Brennraum (15), welche nach einem strahlgeführten Brennverfahren arbeitet, mit zumindest einer Einspritzeinrichtung (6) und einer Zündeinrichtung (5) pro Zylinder (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zündeinrichtung (5) zentral, vorzugsweise im Bereich der Zylinderachse (1a) und die Einspritzeinrichtung (6) seitlich versetzt in unmittelbarer Nähe des Zündortes (5b) angeordnet ist, wobei der Abstand (Z) zwischen der Mündung (6b) der Einspritzeinrichtung (6) und dem Zündort (5b) 0,1 bis 0,24 mal dem Kolbendurchmesser (D) beträgt.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Neigungswinkel ( $\gamma$ ) der Strahlachse (6a) der Einspritzeinrichtung (6) zur Zylinderkopfdichtebene (7) etwa zwischen 40° und 80° beträgt.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Winkel ( $\alpha$ ) zwischen der Strahlachse (6a) der Einspritzeinrichtung (6) und der Achse (5a) der Zündeinrichtung (5) etwa zwischen 10° und 65° beträgt, wobei vorzugsweise die Achse (5a) der Zündeinrichtung (5) parallel zur Zylinderachse (1a) angeordnet ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Kolben (3) eine flache, ausgerundete und im Wesentlichen kreisförmige Kolbenmulde (12) ausgebildet ist.
5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kolbenmuldenmitte (13) – im Grundriss betrachtet – bezüglich der Zylinderachse (1a) in Richtung der Strahlachse (6a) der Einspritzeinrichtung (6) verschoben ist, wobei die Verschiebung (X) besonders vorzugsweise zwischen 0,02 bis 0,08 mal dem Kolbendurchmesser (D) beträgt.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kolbenmulde (12) eine Kolbentiefe (T) zwischen etwa 0,04 und 0,1 mal dem Kolbendurchmesser (D) aufweist.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Muldendurchmesser (M) der Kolbenmulde (12) etwa zwischen 0,35 bis 0,5 mal dem Kolbendurchmesser (D) beträgt.

8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch den Zylinderkopf (4) gebildete Brennraumdecke (4a) und/oder der Kolbenboden (3a) so geformt sind, dass während des Kompressionshubes des Kolbens (3) eine gezielte Strömung von der Einspritzeinrichtung (6) zur Zündeinrichtung (5) im oberen Totpunkt initiiert wird.
9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolbenboden (3a) auf der Seite der Einspritzeinrichtung (6) eine Quetschfläche (17) aufweist.

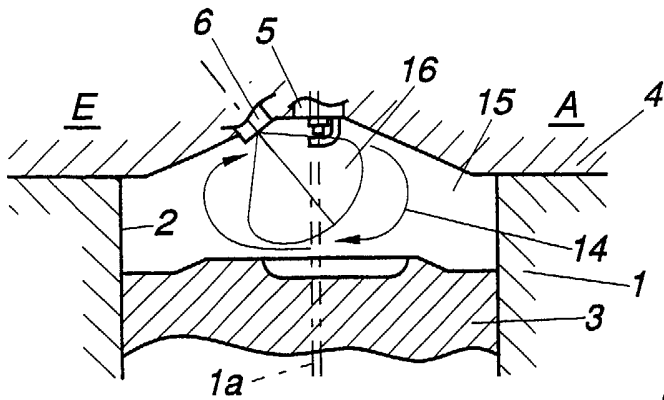




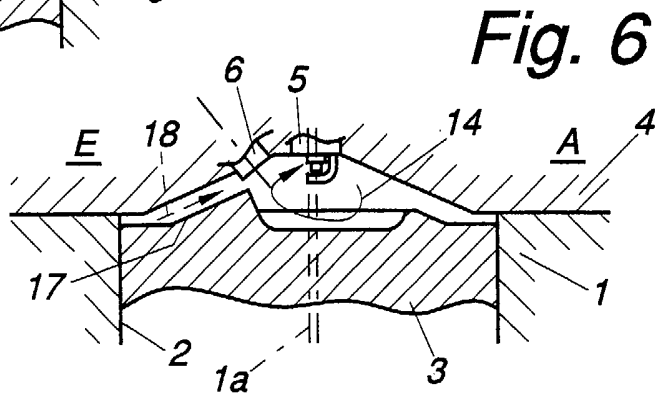
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**



## ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95  
 TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A  
 Postscheckkonto Nr. 5.160.000 BLZ: 60000 SWIFT-Code: OPSKATWW  
 UID-Nr. ATU38266407; DVR: 0078018

### RECHERCHENBERICHT

zu 14 GM 619/2000-1,2

Ihr Zeichen: 54596

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC<sup>7</sup> : F 02 M 61/14

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F 02 M 61/14; F 02 B 17/00

Konsultierte Online-Datenbank:

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 bis 12 Uhr 30, Dienstag von 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Teilrechtsfähigkeit des Österreichischen Patentamtes betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax Nr. 01 / 534 24 - 737) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 738 oder - 739) oder per e-mail: [Kopierstelle@patent.bmwa.gv.at](mailto:Kopierstelle@patent.bmwa.gv.at)) **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden. Auf Bestellung gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte "**Patentfamilien**" (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter Telefonnummer 01 / 534 24 - 738 oder - 739 (Fax. Nr. 01/534 24 - 737; e-mail: [Kopierstelle@patent.bmwa.gv.at](mailto:Kopierstelle@patent.bmwa.gv.at)).

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung<br>(Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder),<br>Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich)) | Betreffend<br>Anspruch |
|-----------|---|------------------------|
| X         | GB 2 276 206 A (FORD MOTOR COMPANY LTD.)<br>21. September 1994 (21.09.94)<br>gesamtes Dokument  | 1-3                    |

Fortsetzung siehe Folgeblatt

**Kategorien der angeführten Dokumente** (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur **raschen Einordnung** des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):  
 „A“ Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.  
 „Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für den Fachmann naheliegend** ist.  
 „X“ Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.  
 „P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)  
 „&“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

**Ländercodes:**

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;  
 EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;  
 RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);  
 WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes

Datum der Beendigung der Recherche: 20. Juli 2001      Prüfer: Dipl.-Ing. Pippan