

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1861/2005

(51) Int. Cl.⁷: F02F 1/42

(22) Anmeldetag: 15.11.2005

F02B 23/00

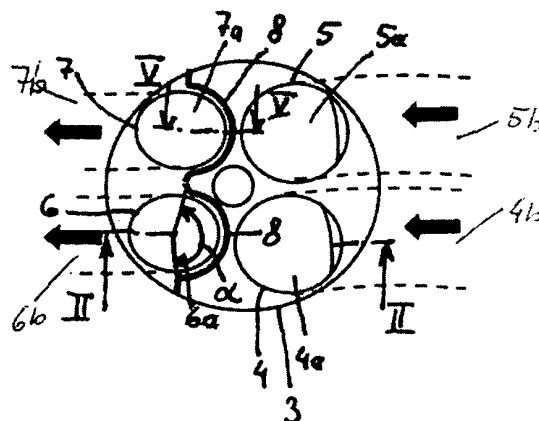
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2006

(73) Patentanmelder:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM ZYLINDERKOPF**

(57) Die Erfindung betrifft Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf (1) mit zumindest einem Einlassventil (4a, 5a) und zumindest einem Auslassventil (6a, 7a) pro Zylinder (3), wobei zumindest eine Auslassöffnung (6, 7) zumindest teilweise von einer Maskierung (8) umgeben ist. Um die Brennbedingungen im Teillastbereich zu verbessern, die Emissionen zu reduzieren und hohe Leistung im Volllastbereich zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Maskierung (8) jeweils auf der dem Einlassventil (4a, 5a) zugewandten Seite der Auslassöffnung (6, 7) angeordnet ist und den Auslassventilteller des Auslassventils (6a, 7a) gegen das Einlassventil (4a, 5a) hin abschattet.



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf (1) mit zumindest einem Einlassventil (4a, 5a) und zumindest einem Auslassventil (6a, 7a) pro Zylinder (3), wobei zumindest eine Auslassöffnung (6, 7) zumindest teilweise von einer Maskierung (8) umgeben ist. Um die Brennbedingungen im Teillastbereich zu verbessern, die Emissionen zu reduzieren und hohe Leistung im Volllastbereich zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Maskierung (8) jeweils auf der dem Einlassventil (4a, 5a) zugewandten Seite der Auslassöffnung (6, 7) angeordnet ist und den Auslassventilteller des Auslassventils (6a, 7a) gegen das Einlassventil (4a, 5a) hin abschattet.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf mit zumindest einem Einlassventil und zumindest einem Auslassventil pro Zylinder, wobei zumindest eine Auslassöffnungen zumindest teilweise von einer Maskierung umgeben ist. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben dieser Brennkraftmaschine.

Eine effiziente ottomotorische Verbrennung zeichnet sich im Teillastgebiet durch hohe Stabilität bei möglichst hohen Abgasrückführraten, sowie bei Volllast durch kompakte Brenndauer und umsetzungsoptimale Verbrennungsschwerpunkte, insbesondere bei Aufladebetrieb und niedrigen Drehzahlen aus.

Der Stand der Technik bedient diese Forderungen im Wesentlichen durch die zweckmäßige Gestaltung der mitunter schaltbaren Ansaugkanäle zur Erzielung einer hohen Ladungsbewegung, wodurch in Verbindung mit geeigneten Ventilsteuerzeiten bei Teillast ein hohes Maß an Ladungsverdünnung mit Abgas, sowie bei Volllast eine gute Restgasausspülung und hohe Ladungsturbulenz erzielt wird.

Eine ebenso wirkungsvolle wie baulich einfache Methode für niedrigen Teillastverbrauch stellt das aus der AT 003.134 U1 und der AT 004.786 U1 bekannte Spätstellen sowohl der Einlass- als auch der Auslassnockenwelle dar: hier strömt das ladungsverdünnende Restgas beim Abwärtshub des Kolbens bis zum Schließen des Auslassventils vom Auspuff zurück in den Zylinder. Durch ein Rückströmen der Zylinderladung in den Einlasstrakt bis zum Schließen des Einlassventils wird beim Verdichtungshub eine weitere Entdrosselung des Motors bewirkt. Die maximal zuträglichen Restgasmengen werden durch die Intensität der Ladungsbewegung limitiert und durch das Maß des Spätstellens von zumindest der Auslassnockenwelle eingestellt.

Die Forderung nach möglichst höher Restgasakzeptanz bei Teillast treibt jedoch das erforderliche Niveau an Ladungsbewegung stärker an als der Bedarf für eine kompakte und stabile Verbrennung bei Volllast. Da hohe Ladungsbewegung stets eine proportionale Einbuße an Zylinderfüllung bedingt, liegt herkömmlichen Auslegungen stets ein Kompromiss zwischen den Forderungen nach niedrigem Teillastverbrauch und nach hoher Leistung zugrunde.

Aus der US 6,502,541 B2 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der Abgas über die Auslassventile in den Brennraum rückgeführt werden kann. Die interne Abgasrückführung wird insbesondere bei Teillast zur Verbrauchsverbesserung durchgeführt. Um einen Drall des rückgeführten Abgases im Brennraum zu er-

reichen, werden die Auslassventile zu unterschiedlichen Zeitpunkten geschlossen. Die unterschiedlichen Schließzeiten werden durch eine Phasenverschiebung der Steuerzeiten der beiden Auslassventile erreicht. Die Auslassventile werden somit zu unterschiedlichen Zeitpunkten geöffnet. Um die Auslassventile unabhängig voneinander verstellen zu können, ist allerdings ein hoher technischer Aufwand erforderlich.

Auch aus der US 5,870,993 ist eine Brennkraftmaschine mit zwei Ein- und Auslassventilen pro Zylinder bekannt, wobei durch Verschieben der Auslasserhebungskurven eine interne Abgasrückführung aus den Auslasskanälen in den Brennraum durchgeführt werden kann. Durch Maskierungen im Bereich beider Auslassöffnungen kann ein Drall der rückgeführten Abgase im Brennraum erzielt werden. Diese Maskierung beider Auslassöffnungen wirkt sich nachteilig auf die Vollast aus.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und eine Verbrauchsverbesserung bei Teillast ohne Verschlechterung des Volllastverhaltens zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Maskierung jeweils auf der dem Einlassventil zugewandten Seite der Auslassöffnung angeordnet ist und den Auslassventilteller des Auslassventils gegen das Einlassventil hin abschattet. Zum Unterschied zur US 5,870,993 A ist die Maskierung der Auslassöffnung an der der Einlassöffnung zugewandten Seite angeordnet. Dadurch entsteht durch die durch die Auslassöffnungen rückgeführte Abgasmenge eine Tumble-Strömung, welche gleichsinnig mit dem später folgenden Tumble der Einlassströmung dreht.

Um eine ausreichend hohe Tumble-Wirkung zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn die Maskierung um die Mitte der Auslassöffnung einen Umschlingungswinkel von etwa 120° bis 180° einschließt. Die Höhe der Maskierung sollte dabei etwa 1 mm bis 4 mm betragen. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Abstand der Maskierung vom Ventiltellerrand etwa 0,3 mm bis 0,7 mm beträgt.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Maskierung durch einen Vorsprung in der Brennraumdecke gebildet ist. Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass die Maskierung durch eine Vertiefung in der Brennraumdeckfläche gebildet ist, wobei in der Vertiefung die Auslassöffnung angeordnet ist. Die Vertiefung ist im Wesentlichen konzentrisch bezüglich der Auslassöffnung angeordnet und läuft vorzugsweise an der der Maskierung gegenüberliegenden Seite in die Brennraumdeckfläche aus. Die Tiefe der Vertiefung kann dabei gleichmäßig sein. Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die Vertiefung – bezogen auf die umgebende

Brennraumdeckfläche – eine unterschiedliche Tiefe aufweist, wobei vorzugsweise die Tiefe im Bereich der Maskierung am größten ist.

Bei einer Brennkraftmaschine mit zumindest zwei Ein- und zumindest zwei Auslassventilen ist es vorteilhaft, wenn jede Auslassöffnung im Bereich der dem benachbarten Einlassventil zugewandten Seite von einer Maskierung umgeben ist. Die Maskierungen der einzelnen Auslassventile ist vorzugsweise gleich gestaltet. Es ist aber auch eine unterschiedliche Gestaltung möglich.

Die beiden Auslassventile werden vorzugsweise zum gleichen Zeitpunkt während des Auslasstaktes geöffnet. Der Öffnungszeitpunkt der Auslassventile kann dabei über Phasenversteller synchron verstellt werden.

Durch das gleichzeitige Öffnen der Auslassventile kann zu Beginn des Auslasstaktes eine relativ große Menge des Abgases in die Auslasskanäle geleitet werden. Dadurch können günstiges Entleerungsverhalten des Brennraumes mit minimalen Drosselverlusten erzielt werden. Insbesondere bei Volllast ergibt sich somit eine hohe Leistungsausbeute.

Die Auslassventile werden auch synchron geschlossen.

Eine deutliche Verbrauchsverbesserung bei Teillast wird erreicht, wenn im Teillastbereich im Bereich des oberen Totpunktes des Ladungswechsels, vorzugsweise unmittelbar nach dem oberen Totpunkt des Ladungswechsels, Abgas durch zumindest eine Auslassöffnung in den Brennraum rückgesaugt und gleichzeitig oder unmittelbar darauf durch zumindest eine Einlassöffnung Luft oder Ladung in den Brennraum eingebracht wird, wobei durch das rückgesaugte Abgas und die Luft oder Ladung im Brennraum eine gleichgerichtete Tumbleströmung initiiert wird. Dabei wird der Schließzeitpunkt des Auslassventils und der Öffnungszeitpunkt des Einlassventils, im Teillastbereich nach spät verstellt. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass im Volllastbereich für Drehzahlen unterhalb der Maximaldrehzahl, vorzugsweise unterhalb der halben Maximaldrehzahl, der Schließzeitpunkt des Auslassventils nach spät und/oder der Öffnungszeitpunkt des Einlassventils nach früh verstellt wird.

Durch die Erfindung werden folgende vorteilhafte Effekte erzielt:

- 1) Zusätzliche Erhöhung der Ladungsbewegung im Teillastbereich zwecks weiter erhöhter Restgasakzeptanz der Verbrennung. Stellorgane zur Umschaltung von Teilen des Einlasskanals sind zum Erreichen einer erhöhten Ladungsbewegung nicht erforderlich.

- 2) Erhöhung der Spülqualität bei Volllast, speziell bei niedrigen Drehzahlen und großen Ventilüberschneidungen. Die verbesserte Restgasausspülung bei geringeren Spülluftaufwänden verbessert das Klopfverhalten, das Drehmoment und die Neigung zur exothermen Reaktionen im Katalysator bei Saug- und Auflademotoren bei niedrigeren Volllast-Drehzahlen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 ein Ventilbild eines Zylinderkopfes der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, Fig. 2 einen Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1 bei geöffnetem Ein- und Auslassventilen in einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante, Fig. 3 einen Zylinderkopf analog zu Fig. 2 in einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante, Fig. 4 einen Zylinderkopf in einer dritten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante, Fig. 5 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie V-V in Fig. 1 und Fig. 6 ein Ventilhub-Kurbelwinkel-Diagramm für Teillast, Fig. 7 ein Ventilhub-Kurbeldiagramm für Volllast und Fig. 8 die Strömungen im Bereich des oberen Totpunktes des Ladungswechsels bei Volllast.

Fig. 1 zeigt einen Zylinderkopf 1 in einer brennraumseitigen Ansicht auf den Zylinderkopfboden 2 eines Zylinders 3. Pro Zylinder 3 münden in den Brennraum 10 zwei Einlassöffnungen 4, 5 und zwei Auslassöffnungen 6, 7 ein. Über die Einlassöffnungen 4, 5 ist der Brennraum mit Einlasskanälen 4b, 5b und über die Auslassöffnungen 6, 7 mit Auslasskanälen 6b, 7b verbunden. Die Einlassöffnungen 4, 5 bzw. die Auslassöffnungen 6, 7 werden jeweils durch ein Einlassventil 4a, 5a bzw. Auslassventil 6a, 7a gesteuert. Der Brennraum 10 wird durch die dachförmige Brennraumdeckfläche 11 und den Kolben 12, sowie den Zylinder 3 begrenzt.

Insbesondere bei Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine kann zur Verbesserung des Verbrauches eine interne Abgasrückführung durchgeführt werden. Diese interne Abgasrückführung wird realisiert, indem anschließend an den Auslasstakt im Bereich des oberen Totpunktes OTW des Ladungswechsels Abgas aus den Auslasskanälen 6b, 7b in den Brennraum 10 zurückgesaugt wird. Zur Verbesserung der Brennbedingungen und der Emissionen ist dabei eine hohe Tumbleströmung im Brennraum 10 wünschenswert. Diese Tumbleströmung S_A wird durch gleiche Schließzeitpunkte der beiden Auslassventile 6a, 7a erzielt. Eine wesentliche Erhöhung der Tumbleströmung kann durch eine Maskierung 8 um die beiden Auslassöffnungen 6, 7, und zwar auf der den Einlassöffnungen 4, 5 zugewandten Seite, erreicht werden. Die Maskierungen 8 weisen jeweils einen Umschlingungswinkel α von etwa 120° bis 180° um den Mittelpunkt 6', 7' der jeweiligen Auslassöffnung 6, 7 auf. Die Höhe der Maskierung 8

beträgt etwa 1 mm bis 4 mm – gemessen bis zur halben Höhe h des Ventiltellerrandes 6b. Der Abstand a zwischen Maskierung 8 und Ventiltellerrand 6b beträgt etwa 0,3 mm bis 0,7 mm.

Wesentlich ist, dass die Tumbleströmung S_A zufolge des rückgeführten Abgases die gleiche Orientierung aufweist, wie die Tumbleströmung S_E der in den Brennraum 10 durch die Einlassöffnungen 4, 5 einströmende Luft bzw. das einströmenden Luft-Kraftstoff-Gemisch. Die Maskierung 8 kann durch einen Vorsprung V (Fig. 2) oder eine Vertiefung T der Brennraumdeckfläche 11 (Fig. 3, 4) gebildet sein. Die Vertiefung T ist dabei jeweils konzentrisch zur Einlassöffnung 4, 5 ausgebildet.

Fig. 3 zeigt eine Vertiefung T mit konstanter Tiefe HM , Fig. 4 eine Vertiefung T , welche gegenüber der Maskierung 8 in die Brennraumdeckfläche 11 ausläuft und deren tiefste Stelle im Bereich der Maskierung 8 ausgeprägt ist.

Fig. 6 zeigt ein Ventilhub H -Kurbelwinkel KW -Diagramm, wobei die Ventilhubkurve der Einlassventile 4a, 5a mit E bezeichnet ist. Mit A ist die Ventilerhebungskurven der Auslassventile 6, 7 bezeichnet.

Dadurch, dass die Maskierung 8 auf der den Einlassventilen 4, 5 zu gewandten Seite vorgesehen ist, entsteht – bei gleicher Steuerzeit der Auslassventile 6, 7 – ein Tumble E_A durch die rückströmenden Abgase, der gleichsinnig mit dem später folgenden Einlass-Tumble (bei symmetrisch ausgeführten Einlasskanälen 4b, 5b) dreht.

Um höhere rückgeführte Abgasmengen zu erreichen, werden im Teillastbereich die Schließzeitpunkte A_S der beiden Auslassventile 6, 7 und die Öffnungszeitpunkte E_O so weit nach spät verschoben, dass durch die Auslassöffnungen 6a, 7a zuerst angesaugt wird.

Bei den beschriebenen Ausführungen werden bei Teillast die aus den für Ladungsverdünnung und Entdrosselung vorteilhaften Steuerzeiten erhaltenen Gas-Einströmphasen konsequent zur Erhöhung der Ladungsbewegung genutzt, speziell auch das der Frischladung zeitlich vorgelagerte Einströmen des Abgases aus dem Auslasskanal 6b, 7b. Dies wird durch die teilweise Maskierung 8 der Auslassventile 6a, 7a an Teilen der den Einlassventilen 4a, 5a zugewandten Umfängen erreicht, wodurch die von den Auslasskanälen 6b, 7b her einströmenden Abgasmassen eine eindeutige Strömungsrichtung S_A , welche der Grundströmungsrichtung S_E der Ladungsbewegung folgt, erteilt bekommt. Da das Rückeinströmen von Abgas nur im Bereich niedriger Ventilhubes H erfolgt, wie aus den Ventilsteuerzeiten (Fig. 6) ersichtlich, kann eine Einschränkung der Höhe HM

der Maskierung 8 erfolgen, um die Durchflussskapazität des Auslasskanals 6b, 7b bei Volllastbetrieb nicht einzuschränken.

Da der Anteil des Abgases an der Gesamtladung ohne weiteres mehr als die Hälfte betragen kann, ergibt sich aus der Nutzung dieses Teilstromes S_A ein deutlicher zusätzlicher Impuls für die Ladungsbewegung S_E . Dieser Unterschied bewirkt, dass auf Schaltorgane zur Beeinflussung der Ladungsbewegung des Einlasskanals 4b, 5b verzichtet werden kann.

Weiters wird der Ladungswechsel zudem auch bei Volllast vorteilhaft beeinflusst, speziell bei Saug- und Auflademotoren mit verstellbaren Aus- und/oder Einlassnockenwellen. Durch einstellbare große Ventilüberschneidungen wird eine möglichst weitgehende Ausspülung des Brennraumes 10 von Restgas erreicht. Dabei sollte der zur Spülung erforderliche Luftaufwand nicht zu groß werden, um ein übermäßiges Sauerstoffangebot bzw. Abkühlung des Abgases beim Turbomotor zu vermeiden. Bei konventionellen Brennkraftmaschinen kommt es aufgrund der typischen Gestaltung des Brennraumes 10 beim Spülen zu einem relativ großen Kurzschlussanteil an Spülluft oder, bei Motoren mit Saugrohreinspritzung, an Gemisch, welcher direkt in den Auslasstrakt gelangt, ohne die Spülung qualitativ zu beeinflussen. Bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine reduziert die gezielte Maskierung 8 der Auslassventile 6a, 7a dagegen den Kurzschlussanteil beim Spülen und der Spülwirkungsgrad wird verbessert, siehe Fig. 7 und 8.

Die Gestaltung der Maskierung 8 kann bei unveränderter Anordnung der Ventile durch Auftrag auf eine vorhandene Brennraumkontur (Fig. 2) oder durch Rücksetzen der Auslassventile 6a, 7a und einer strömungsmäßigen Freistellung der Ventilteller an ihrer den Einlassventilen 4a, 5a abgewandte Seite mittels örtlich modifizierter Brennraumkontur (Fig. 3) erfolgen, als auch bei zum Beispiel durch Verschwenkung veränderter Anordnung der Auslassventile 6a, 7a, wodurch ein entsprechender Rückstand an der den Einlassventilen zugewandten Seite erreicht wird (Fig. 4).

PATENTANSPRÜCHE

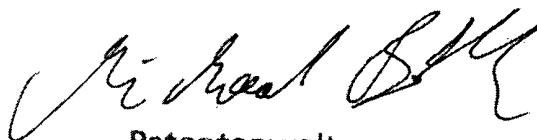
1. Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf (1) mit zumindest einem Einlassventil (4a, 5a) und zumindest einem Auslassventil (6a, 7a) pro Zylinder (3), wobei zumindest eine Auslassöffnung (6, 7) zumindest teilweise von einer Maskierung (8) umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maskierung (8) jeweils auf der dem Einlassventil (4a, 5a) zugewandten Seite der Auslassöffnung (6, 7) angeordnet ist und den Auslassventilteller des Auslassventils (6a, 7a) gegen das Einlassventil (4a, 5a) hin abschattet.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maskierung (8) um die Mitte der Auslassöffnung (6, 7) einen Umschlingungswinkel (α) von etwa 120° bis 180° einschließt.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe (HM) der Maskierung (8) – gemessen bis zur halben Höhe des Ventiltellerrandes des entsprechenden Auslassventils (6a, 7a) – etwa 1 mm bis 4 mm beträgt.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (a) der Maskierung (8) vom Ventiltellerrand des nächstliegenden Auslassventils (6a, 7a) etwa 0,3 mm bis 0,7 mm beträgt.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maskierung (8) durch einen Vorsprung (V) in der Brennraumdeckfläche (11) gebildet ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maskierung (8) durch eine Vertiefung (T) in der Brennraumdeckfläche (11) gebildet ist, wobei in der Vertiefung (T) die Auslassöffnung (6, 7) angeordnet ist.
7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vertiefung (T) im Wesentlichen konzentrisch bezüglich der Auslassöffnung (6, 7) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Vertiefung (T) an der der Maskierung (8) gegenüberliegenden Seite in die Brennraumdeckfläche (11) ausläuft.
8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vertiefung (T) – bezogen auf die umgebende Brennraumdeckfläche (11) eine gleichmäßige Tiefe (HM) aufweist.

9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vertiefung (T) – bezogen auf die umgebende Brennraumdeckfläche (11) – eine unterschiedliche Tiefe (HM) aufweist, wobei vorzugsweise die Tiefe (HM) im Bereich der Maskierung (8) am größten ist.
10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit zumindest zwei Einlass- und zumindest zwei Auslassventilen (4a, 5a; 6a, 7a) pro Zylinder (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Auslassöffnung (6, 7) im Bereich der dem benachbarten Einlassventil (4a, 5a) zugewandten Seite von einer Maskierung (8) umgeben ist.
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maskierungen (8) der einzelnen Auslassventile (6a, 7a) gleich gestaltet sind.
12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maskierungen (8) der einzelnen Auslassventile (6a, 7a) unterschiedlich gestaltet sind.
13. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auslassventile synchron betätigbar sind.
14. Verfahren zum Beschreiben einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Teillastbereich im Bereich des oberen Totpunktes des Ladungswechsels (OTW), vorzugsweise unmittelbar nach dem oberen Totpunkt des Ladungswechsels (OTW), Abgas durch zumindest eine Auslassöffnung (6, 7) in den Brennraum (10) rückgesaugt und gleichzeitig oder unmittelbar darauf durch zumindest eine Einlassöffnung (4, 5) Luft oder Ladung in den Brennraum (10) eingebracht wird, wobei durch das rückgesaugte Abgas und die Luft oder Ladung im Brennraum (10) eine gleichgerichtete Tumbleströmung (S_E , S_A) initiiert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Teillastbereich der Schließzeitpunkt (A_S) des Auslassventils (6a, 7a) und der Öffnungszeitpunkt (E_O) des Einlassventils (4a, 5a) nach spät verstellt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Vollastbereich für Drehzahlen unterhalb der Maximaldrehzahl, vorzugsweise unterhalb der halben Maximaldrehzahl, der Schließzeitpunkt (A_S) des Auslassventils (6a, 7a) nach spät und/oder der Öffnungszeitpunkt (E_O) des Einlassventils (4a, 5a) nach früh verstellt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, mit zumindest zwei Auslassventilen (6a, 7a) pro Zylinder (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auslassventile (6a, 7a) synchron betätigt werden.

2005 11 15

Fu/Sc



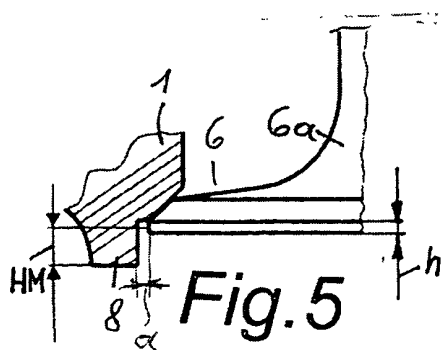
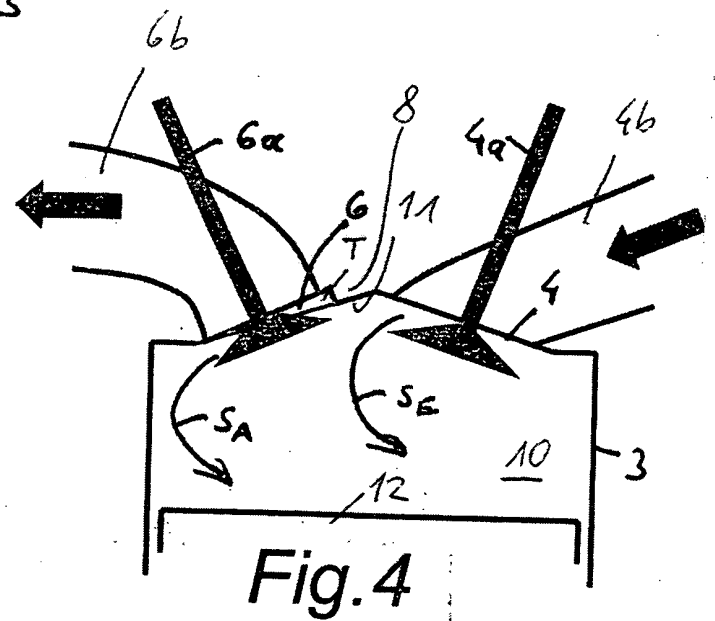
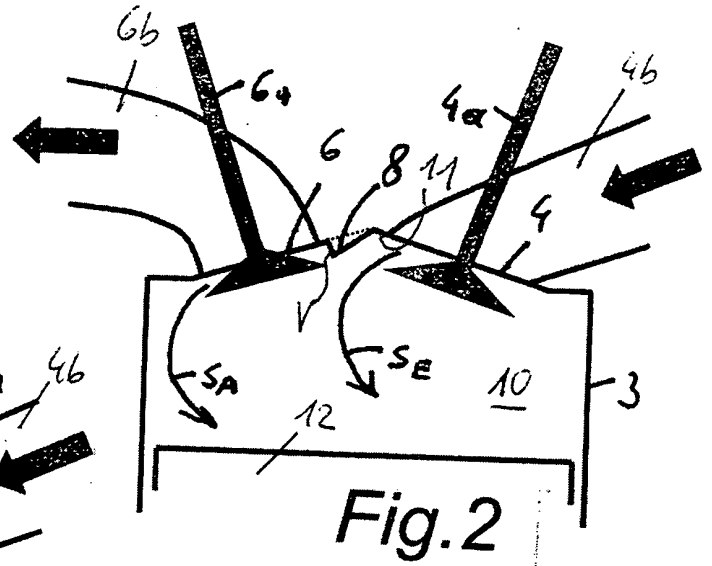
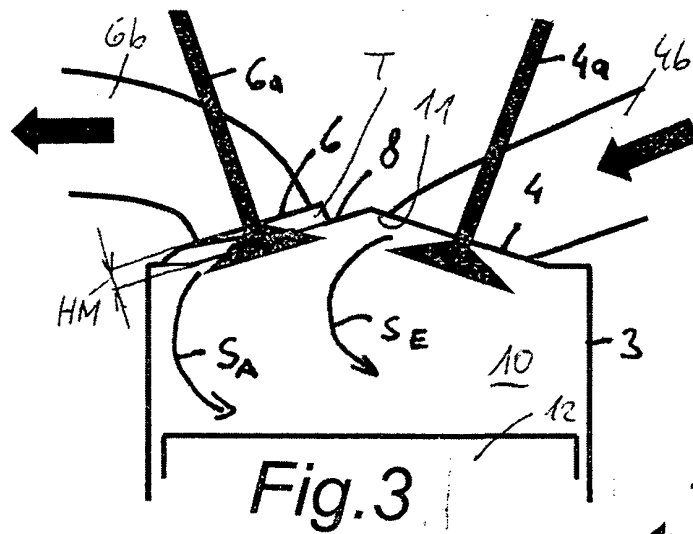
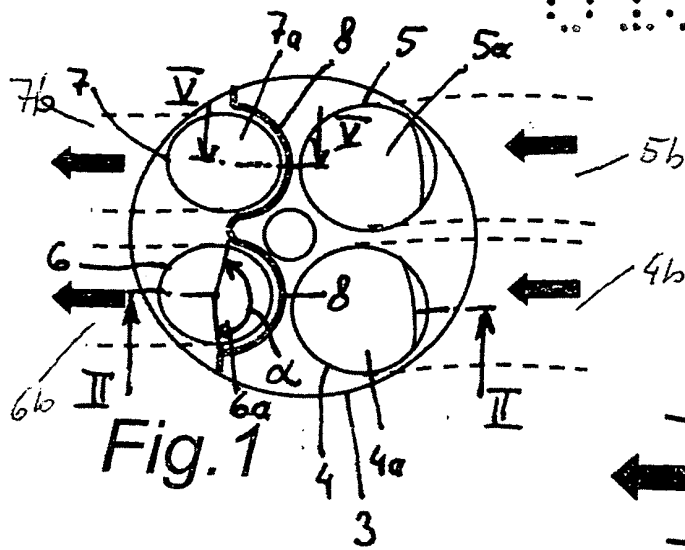
Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk

A-1150 Wien, Mährischer Gürtel 39/17

Tel.: (+43 1) 692 89 32-0 Fax: (+43 1) 692 89 333

e-mail: office@mabeluk.at



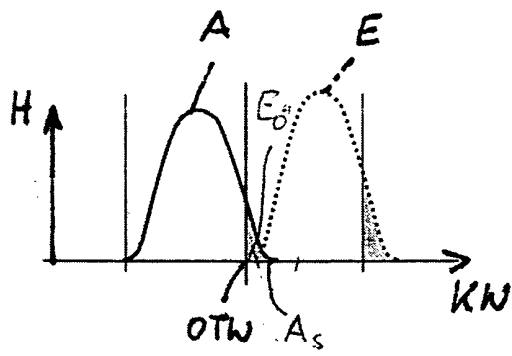


Fig. 6

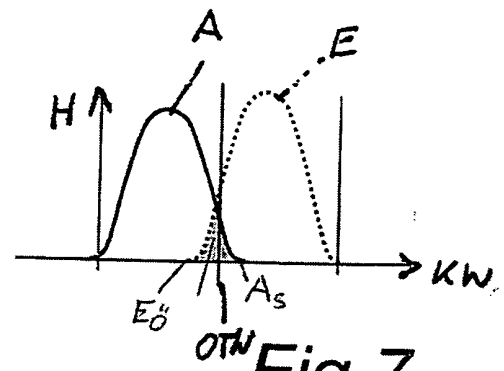


Fig. 7

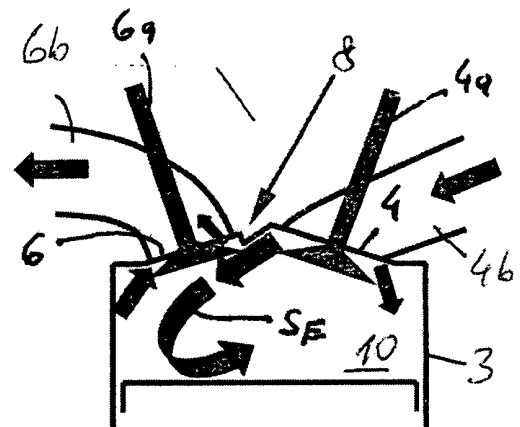


Fig. 8