

(19)



(11)

EP 1 961 943 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.08.2008 Patentblatt 2008/35

(51) Int Cl.:
F02F 7/00 (2006.01) **F01B 1/12** (2006.01)
F02B 41/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07003689.2**

(22) Anmeldetag: **22.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(72) Erfinder: **Kathmann, Peter-Bernhard**
1630 Luxembourg (LU)

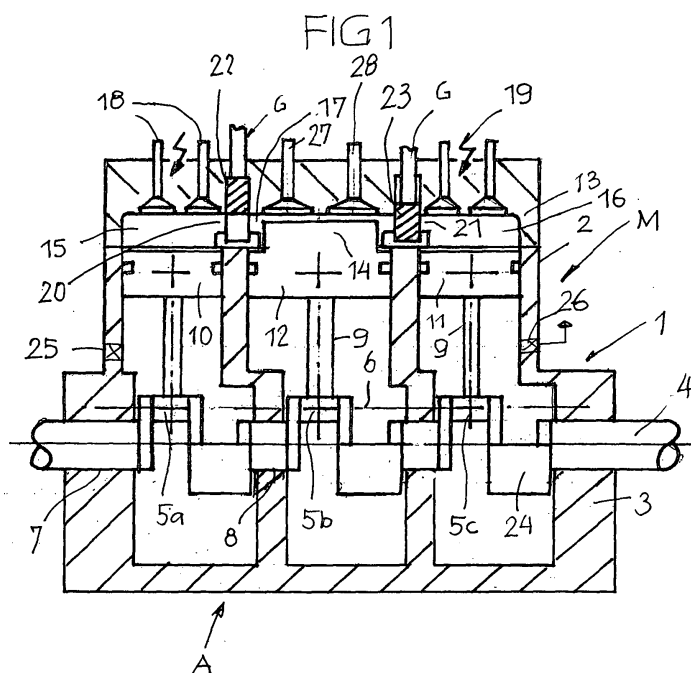
(74) Vertreter: **Bernhardt, Reinold**
Patentanwälte Bernhardt
Kobenhüttenweg 43
66123 Saarbrücken (DE)

(71) Anmelder: **SENECA S.A.**
2016 Luxembourg (LU)

(54) Brennkraftmotor

(57) Ein Brennkraftmotor (M) mit mindestens drei Hubkolben (10, 11, 12) in zumindest einer Zylinderreihenbank (2), die über Pleuel an eine Kurbelwelle (4, 4a) angeschlossen sind, ist ein Hochenergiemotor mit der Dreizylinderreihenbank (2) als ein Grundmodul (A), das mit wenigsten einem weiteren solchen Grundmodul in Boxer-, Reihen-, V-, W- oder Sternanordnung kombinierbar ist, wobei im Grundmodul (A) von den drei Zylindern mit den parallel arbeitenden Hubkolben die beiden äußeren mit Brennstoffzufuhr im Viertaktverfahren und der mittlere Zylinder mit einem wesentlich kleineren Totvolumen (17) als die beiden äußeren Zylinder und ohne

eigene Brennstoffzufuhr im Zweitaktverfahren betreibbar sind, die Pleuel Pleuelzapfen (5a, 5b, 5c) nahezu in einer gemeinsamen, zur Pleuelwellenachse parallelen Achse (6) liegen, und zwischen jedem äußeren Zylinder und dem mittleren Zylinder eine Überströmverbindung (20, 21) mit einem zwangsgesteuerten Absperrglied (G) vorgesehen ist, das bei Druckgleichheit zwischen dem jeweils in Kompressionstakt befindlichen äußeren Zylinder und dem mittleren Zylinder aufsteuerbar und maximal bis zum Ende des folgenden Arbeitstaktes in diesem äußeren Zylinder und im mittleren Zylinder in der Offenstellung haltbar ist.

**EP 1 961 943 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brennkraftmotor der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

[0002] Viertakt- oder Zweitakt-Brennkraftmotoren sind mit beliebiger Zylinderanzahl bekannt, wobei jeder Zylinder von dem benachbarten getrennt arbeitet und entweder bei jedem vierten Takt oder bei jedem zweiten Takt ein Arbeitstakt unter Nutzen des in der Brennkammer verbrennenden Luft/Brennstoffgemisches ausgeführt wird. Die Wirkungsgrade solcher Brennkraftmotoren sind begrenzt und betragen beispielsweise bei Benzinmotoren etwa 25 % und bei Dieselmotoren etwa maximal 40 %. Trotz permanenter Weiterentwicklungen konnten bisher nur marginale Verbesserungen des Wirkungsgrades erzielt werden. Ein Grund für den relativ schlechten Wirkungsgrad ist die unvollständige Expansion des verbrannten Gemisches, die hohe Abgastemperatur und eine nicht ideale Verbrennungscharakteristik. Selbst mit dem hohen Restdruck betriebene Hilfsvorrichtungen wie Turbolader konnten keine sprunghaften Verbesserungen bewirken, und erhöhen gegebenenfalls die thermische Belastung des Brennkraftmotors unzureichend.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Brennkraftmotor der eingangs genannten Art zu schaffen, der mit erheblich verbessertem Wirkungsgrad arbeitet und kompakt ist.

[0004] Die gestellte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0005] Der Hochenergiemotor als Kombination eines Viertakt- und eines Zweitaktmotors arbeitet mit drei Zylindern wie ein Vierzylindermotor, mit sechs Zylindern wie ein Achtzylindermotor usw., wobei der mittlere Hubkolben im Zylinder eine nahezu totale Expansion des Verbrennungsdrucks unter Umwandlung in mechanische Energie direkt im Motor durchführt. Diese nahezu totale Expansion baut die Temperatur im Abgas ab, resultiert zusätzlich in einer sehr geringen thermischen Belastung des Brennkraftmotors, der wenig oder kaum Kühlenergie benötigt und steigert die Leistungsausbeute. Das Grundmodul ist mit weiteren solchen Grundmodulen nahezu beliebig kombinierbar, wobei sich auf der Grundlage der Dreizylinderreihenbank Boxer-, Reihen-, V-, W- oder Stern-Anordnungen realisieren lassen. Da das Grundmodul mit drei Zylinder, wie ein Vierzylindermotor arbeitet, lassen sich vor allem axial sehr kompakte Motorabmessungen realisieren. Die Hubkolben arbeiten zueinander parallel, gegebenenfalls mit identischen Hübchen. Dank des deutlich kleineren Totvolumens im mittleren Zylinder braucht der Hubkolben im mittleren Zylinder wesentlich weniger Energie, um im Verlauf des kombinierten Ausschiebe- und Kompressionstakts schließlich bis auf den gleichen Druck zu komprimieren, wie jeder daneben liegende Zylinder. Sobald vor der Zündung Druckgleichheit erzielt ist, wird die Überströmverbindung geöffnet, wobei dank des Druckgleichgewichts zunächst keine spürbare Überströmung stattfindet. Nach

der Zündung im äußeren Zylinder steigt der Verbrennungsdruck, der den Hubkolben im äußeren Zylinder direkt und über die Überströmverbindung nun auch den Hubkolben im mittleren Zylinder beaufschlagt, so dass beide Hubkolben einen Arbeitstakt ausführen. Da dann für die Expansion des Arbeitsdrucks das zusätzliche Volumen im mittleren Zylinder nutzbar ist, lässt sich der Verbrennungsdruck nahezu total expandieren, im Idealfall bis auf den Atmosphärendruck, wobei dank der Expansion auch die Temperatur deutlich vermindert ist, wenn die beiden Hubkolben ihre unteren Totpunkte erreichen. Im anderen äußeren Zylinder ist in der gleichen Zeit ein Ansaugtakt durchgeführt worden. Nach der neuerlichen Bewegungsumkehr aller Hubkolben kooperiert der mittlere Zylinder mit dem anderen äußeren Zylinder auf die vorbeschriebene Weise.

[0006] Zweckmäßig ist der Hub des mittleren Hubkolbens verschieden von den Hübchen der äußeren Hubkolben. So lässt sich z.B. ohne vergrößertem mittlerem Hubkolben ein großer Expansionsraum bilden, was die axialen Abmessungen gering hält.

[0007] Zweckmäßig ist der Pleuelwinkel des mittleren Hubkolbens verschieden von denen der äußeren Hubkolben. Dann erreicht der mittlere Hubkolben seinen Totpunkt vor- oder nachteilig, z.B. um einen Zündverzug Rechnung zu tragen.

[0008] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform weisen die beiden äußeren Zylinder Ein- und Auslassventile auf, während der mittlere Zylinder zumindest ein Auslassventil besitzt. Dieses Auslassventil wird benutzt, um aus dem mittleren Zylinder expandiertes und relativ kühles Abgas auszuschieben. Da der mittlere Zylinder im Zweitaktverfahren arbeitet, wird das Auslassventil nur über einen Teil des Ausschiebe- und Kompressionstaktes geöffnet, um im kleineren Totraum des mittleren Zylinders bis zu einer bestimmten Hubposition den gleichen Druck aufbauen zu können, der im äußeren, gerade dem Kompressionstakt ausführenden Zylinder bis zum Öffnen der Überströmverbindung erreicht wird.

[0009] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist das Absperrglied der Überströmverbindung ein Schieber oder ein Kolbenventil. Sowohl der Schieber als auch das Kolbenventil vermeiden in der Absperrstellung einen unerwünschten Totraum.

[0010] Gemäß eines weiteren wichtigen Aspekts weist der mittlere Zylinder einen größeren Zylinderdurchmesser auf als die beiden äußeren Zylinder. Dies vergrößert den zur Expansion nutzbaren Raum und auch die Beaufschlagungsfläche des Hubkolbens beim Arbeitstakt.

[0011] Zweckmäßig sind die Arbeitstakte der beiden äußeren Zylinder um 360 Grad des Kurbelwellendrehwinkels zueinander versetzt. Auf diese Weise arbeitet der mittlere Zylinder ideal wechselweise mit jedem äußeren Zylinder bei dessen Arbeitstakt zusammen.

[0012] Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt besteht darin, dass das Auslassventil des mittleren Zylinders während des Ausschiebe- und Kompressionstaktes dessen Hubkolbens nur zwischen dem unteren Totpunkt und

einer vorbestimmten Hubposition unterhalb des oberen Totpunktes aufsteuerbar ist. So lange das Auslassventil offen ist, wird expandiertes kühles Abgas ausgeschoben. Der Schließzeitpunkt des Auslassventils wird so gewählt, dass im mittleren Zylinder nach Schließen des Auslassventils kurz vor Erreichen des oberen Totpunktes wegen des kleineren Totraumes der gleiche Druck herrscht, wie im äußeren, gerade den Kompressionstakt ausführenden Zylinder.

[0013] Um den Füllungsgrad in jedem Zylinder zu verbessern, ist es zweckmäßig wenn der Brennkraftmotor eine Aufladevorrichtung aufweist.

[0014] Besonders zweckmäßig wird dank der parallelen Bewegung der Hubkolben des Grundmoduls dessen Kurbelgehäuse als Ladepumpe benutzt. Die Ladevorrichtung kann, vorzugsweise, vordringlich zum Laden des mittleren Zylinders verwendet werden, wobei sich dann ein Ladeverhältnis von etwa 1:3 erzielen lässt. Zu diesem Zweck ist es vorteilhaft, im mittleren Zylinder mindestens ein zwangsgesteuertes Einlassventil vorzusehen, über welches der Zylinder mit einer brennstofffreien Ladeluftzufuhr verbindbar ist.

[0015] Hierbei dient das Einlassventil als Spülventil während das Ausschleibe- und Kompressionstaktes im mittleren Zylinder, und zwar zumindest bis zum Schließen des Auslassventils. Es wird auf diese Weise durch die Frischluftzufuhr das Ausschleiben des Abgases unterstützt, und für den nachfolgenden Arbeitstakt im mittleren Zylinder Frischluft bereitgehalten, die für eine zweckmäßige Nachverbrennung von Brennstoff aus dem äußeren Zylinder nutzbar ist.

[0016] Diese Nachverbrennung läuft relativ mager und mit hoher Temperatur ab, was die Leistungsabgabe erhöht. Dieser Restbrennstoff aus dem äußeren Zylinder könnte im äußeren Zylinder selbst kaum vollständig verbrannt werden. Ein weiterer Vorteil der Ladeluftzufuhr zumindest zum mittleren Zylinder ist eine wünschenswerte Temperaturabsenkung, gegebenenfalls bei Verwendung eines Ladeluftkühlers.

[0017] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform weist das Grundmodul als Benzin- oder Gasmotor Zündvorrichtungen nur für die beiden äußeren Zylinder auf, und natürlich auch nur Brennstoffzufuhrvorrichtungen für diese beiden äußeren Zylinder.

[0018] Bei einer anderen zweckmäßigen Ausführungsform weist das Grundmodul als Dieselmotor Glühvorrichtungen und Brennstoffzufuhrvorrichtungen nur für die beiden äußeren Zylinder auf. Diese reduzierte Ausstattung verringert die Herstellungskosten und das Gewicht in beiden Fällen.

[0019] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform weist der Hubkolben des mittleren Zylinders bei untereinander gleichen Zylinderhöhen einen den Totraum im mittleren Zylinder reduzierenden, erhabenen Kolbenboden auf.

[0020] Da der mittlere Kolben bei seinen häufigeren Arbeitstakten relativ hohe Kraft auf die Kurbelwelle ausübt, ist es zweckmäßig, die Kurbelwelle auch zwischen

den Kurbelzapfen für die drei Hubkolben zu lagern und das Pleuel des mittleren Hubkolbens zu verstärken.

[0021] Zweckmäßig sind ferner die Ventile bzw. Schieber nockenwellenbetätigt, um präzise Steuerzeiten abhängig von der Kurbelwellendrehung zu erzielen.

[0022] Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

10 Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Grundmodul des Brennkraftmotors,

Fig. 2 eine vergrößerte Detailvariante des Brennkraftmotors im Zylinderkopfbereich, und

15 Fig. 3 eine weitere Ausführungsform des Brennkraftmotors bestehend aus zwei Grundmodulen im Boxeranordnung.

20 **[0023]** Ein in Fig. 1 gezeigter Brennkraftmotor M ist entweder ein Benzin- oder Gas-(Wasserstoff) oder ein Dieselmotor und weist als Grundmodul A drei Zylinder in einer Zylinderreihenbank 2 eines Motorgehäuses 1 mit einer Kurbelkammer 3 auf. In jedem Zylinder ist ein Hubkolben 10, 11, 12 enthalten, wobei, vorzugsweise, der Zylinder- und Kolbendurchmesser im mittleren Zylinder größer ist als in den beiden äußeren Zylinder. Die Hubkolben 10, 11, 12, sind über Pleuel 9 mit Kurbelzapfen 5a, 5b, 5c einer Kurbelwelle 4 verbunden. Das Pleuel 9 des mittleren Hubkolbens 12 könnte verstärkt oder stärker als die anderen sein. Die Kurbelzapfen 5a, 5b, 5c liegen in einer gemeinsamen, parallel zur Achse der Kurbelwelle 4 liegenden Achse 6, so dass sich die Hubkolben 10, 11, 12, parallel zu einander bewegen.

25 **[0024]** Die beiden äußeren Zylinder arbeiten im Viertaktverfahren, während der mittlere Zylinder im Zweitaktverfahren arbeitet. Die Kurbelwelle 4 ist an ihren Enden in Lagern 7 und auch zwischen den Kurbelzapfen 5a, 5b, 5c, in Lagern 8 gelagert. In einem Zylinderkopf 13 sind für die beiden äußeren Zylinder Ein- und Auslassventile 18 vorgesehen, die zwangsgesteuert sind (z. B. durch wenigstens eine Nockenwelle, nicht gezeigt). Die beiden äußeren Zylinder haben auch jeweils zumindest eine Zündvorrichtung oder Glühvorrichtung 19 und auch jeweils eine Brennstoffzufuhreinrichtung (nicht gezeigt), die beispielsweise mit Brennstoffeinspritzung arbeitet. Hierbei können verschiedene populäre Einspritzverfahren angewendet werden. Auch eine Brennstoffzufuhr über Vergaser ist möglich. Der mittlere Zylinder hat zumindest ein Auslassventil 27, das zwangsgesteuert ist. In der gezeigten Ausführungsform des Grundmoduls A ist im mittleren Zylinder ferner zumindest ein zwangsgesteuertes Einlassventil 28 vorgesehen. Dieses Einlassventil ist nicht unbedingt notwendig, jedoch dann zweckmäßig, wenn der Brennkraftmotor M beispielsweise mit einer Ladevorrichtung betrieben wird.

[0025] Da das Grundmodul mit parallel arbeitenden Hubkolben betrieben wird, entstehen in der Kurbelkam-

mer 3 erhebliche Druckimpulse, so dass die Kurbelkammer 3 zweckmäßig als Ladepumpe der Ladevorrichtung verwendbar ist, um zumindest den mittleren Zylinder aufzuladen, und zwar über das Einlassventil 28. Zu diesem Zweck können Einlass- und Auslasseinrichtungen 25, 26 für die Kurbelkammer 3 vorgesehen sein, wobei diese Auslassvorrichtung dann zumindest mit dem Einlassventil 28 verbunden ist.

[0026] Die Toträume der beiden äußeren Zylinder sind mit 15 und 16 angedeutet. Der Totraum 17 des mittleren Zylinders ist erheblich kleiner als die Toträume 15, 16. Dies wird beispielsweise dadurch erzielt, dass der Hubkolben 12 im mittleren Zylinder einen erhabenen Kolbenboden 14 aufweist und/oder aufgrund des unterschiedlichen Hubs des Hubzylinders 12 oder mit einem anderen Pleuelwinkel des Pleuels 9 des mittleren Hubkolbens 12 relativ zu den anderen Pleueln 9. Ein deutlich größerer Zylinder- bzw. Kolbendurchmesser des mittleren Zylinders führt zu einer besseren Leistungsausbeute und Energieeinsparung.

[0027] Zwischen dem Totraum 15 bzw. 16 jedes äußeren Zylinders und dem Totraum 17 des mittleren Zylinders sind Überströmverbindungen 20, 21 vorgesehen, die jeweils durch ein zwangsgesteuertes Absperrglied G geöffnet und geschlossen werden. In dem in Fig. 1 gezeigten Grundmodul A sind die Absperrglieder G Schieber 22, 23, die in etwa parallel zur Hubrichtung der Hubkolben verschiebbar im Zylinderkopf 13 angeordnet sind. Zwischen den Kurbelzapfen 5a, 5b, 5c können Ausgleichsmassen 24 auf der Kurbelwelle 4 angeordnet sein.

Funktion:

[0028] Der in Fig. 1 links gezeigt Hubkolben 10 führt über einen Kurbelwellendrehwinkel von 720 Grad vier Takte aus. Der erste Takt ist der Ansaugtakt mit einer Bewegung vom oberen Totpunkt zum unteren Totpunkt, wobei das Einlassventil offen und das Auslassventil zu ist. Der zweite Takt ist ein Verdichtungstakt, bei dem sich der Hubkolben 10 von unterem Totpunkt zum oberen Totpunkt bewegt, wobei Einlass- und Auslassventil geschlossen sind. Beim Ende des Verdichtungstaktes erfolgt die Zündung. Der dritte Takt ist ein Arbeitstakt, bei dem sich der Hubkolben 10 vom oberen Totpunkte zum unteren Totpunkt bewegt, wobei die Einlass- und Auslassventile geschlossen sind. Der vierte Takt ist ein Ausschietakt, bei dem sich der Hubkolben 10 vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt bewegt, und bei dem das Auslassventil geöffnet und das Einlassventil geschlossen ist.

[0029] Der in Fig. 1 rechte Hubkolben 11 führt seine vier Takte mit einer 360 Grad Versetzung gegenüber den Takten des linken Zylinders durch.

[0030] Während der in Fig. 1 linke Hubkolben 10 seinen Ansaugtakt ausführt, ist die Überströmverbindung 20 geschlossen, hingegen die Überströmverbindung 21 geöffnet. Der mittlere Hubkolben 12 kooperiert mit dem rechten Hubkolben 11, dahingehend, dass der Verbren-

nungsdruck aus dem in Fig. 1 rechten Zylinder über die Überströmverbindung 21 auch auf den mittleren Hubkolben 12 einwirkt, der Leistung an die Kurbelwelle 4 abgibt. Im mittleren Zylinder ist während dieses Arbeitstaktes das Auslassventil geschlossen, und falls vorhanden, auch das Einlassventil 27.

[0031] Beim Verdichtungstakt des linken Hubkolbens 10 wird ab dem unteren Totpunkt das Auslassventil 27 des mittleren Zylinders geöffnet, wie auch das Auslassventil des in Fig. 1 rechten Zylinders. Die Abgase werden ausgeschoben. Abhängig von der Größe des Totraums 17 und dessen Verhältnis zum Totraum 15 wird ab etwa 45 Grad Kurbelwellendrehwinkel vor dem oberen Totpunkt das Auslassventil 27 des mittleren Zylinders geschlossen. Der mittlere Hubkolben 12 beginnt dann zu verdichten, da beide Absperrglieder G in der Schließstellung sind. Sobald die Drücke in den Toträumen 15, 17 gleich sind, wird der Schieber 22 geöffnet, in etwa mit der Zündung im linken äußeren Zylinder, oder vor- bzw. nachteilig zur Zündung. Der Verbrennungsdruck im in Fig. 1 linken Zylinder wirkt nun auch auf den mittleren Hubkolben 12, der Leistung auf die Kurbelwelle 4 überträgt und vor allem zusätzliches Expansionsvolumen bereitstellt, um den Verbrennungsdruck total oder nahezu total zu expandieren, bis dieser nahe bei Atmosphärendruck liegt.

[0032] Falls der Brennkraftmotor M über eine Aufladevorrichtung verfügt, und im mittleren Zylinder das Einlassventil 27 vorgesehen ist, wird das Einlassventil während des Kompressions- und Ausschietaktes des mittleren Hubkolbens 12 dann geöffnet, wenn auch das Auslassventil 27 offen ist. Beispielsweise wird das Einlassventil etwa 45 Grad Kurbelwellendrehwinkel nach dem unteren Totpunkt geöffnet und in etwa gleichlaufend mit dem Auslassventil 27 geschlossen, d. h. bei etwa 45 Grad vor dem oberen Totpunkt. Dadurch wird brennstofffreie Frischluft in den mittleren Zylinder eingeführt, um das Abgas auszuschieben (zu spülen) und Frischluft einzubringen. Diese Frischluft kann zur Nachverbrennung von Brennstoff aus dem in Fig. 1 linken Zylinder benutzt werden, wobei diese Nachverbrennung mager und mit hoher Temperatur abläuft, d.h. eine günstige Leistungsausbeute ermöglicht.

[0033] In etwa bei Erreichen des unteren Totpunkts werden beide Schieber 22, 23 geschlossen. Der in Fig. 1 linke Hubkolben 10 führt dann seinen Ausschietakt aus, während der in Fig. 1 rechte Hubkolben 11 seinen Verdichtungstakt ausführt, bis der in Fig. 1 rechter Schieber 23 erneut geöffnet wird.

[0034] Somit führt jeder äußere Hubkolben 10, 11 bei jedem dritten Takt einen Arbeitstakt aus, während der mittlere Hubkolben 12 bei jedem zweiten Takt einen Arbeitstakt ausführt.

[0035] Die Ausführungsform in Fig. 2 unterscheidet sich von der von Fig. 1 durch eine andere Ausbildung der Absperrglieder G. Anstelle der Schieber 22, 23 werden hier Kolbenventile 31, 32 verwendet, die im Zylinderkopf 13 verschiebbar geführt sind. Jedes Kolbenventil

weist eine Ventilplatte 31 und einen Betätigungskolben 32 auf. Für die Ventilplatte 31 sind in der Überströmverbindung 20, 21 zwei beabstandete Ventilsitze 30 und 29 bzw. 34 und 33 vorgesehen. Die Bauweise des Kolbenventils vermeidet in der Schließstellung einen unzuverlässigen Totraum. Ferner wird das in der Schließstellung befindliche Kolbenventil (in Fig. 2 rechts) durch den Verbrennungsdruck in dichter Anlage an seinem Ventilsitz 33 gehalten. Dies vermeidet Leckverluste.

[0036] Fig. 3 zeigt einen Brennkraftmotor M, der aus zwei Grundmodulen A zusammen gesetzt ist, die eine 180°-Boxeranordnung bilden. Zusätzlich zu den Kurbelzapfen 5a, 5b, 5c weist die Kurbelwelle 4' im Kurbelgehäuse 3a um 180 Grad um die Kurbelwellenachse versetzte weitere Kurbelzapfen 5d, 5e und 5f für die drei anderen Hubkolben des unteren Grundmoduls A auf. Die Zündfolge kann überkreuz oder direkt gegenüberliegend gewählt werden. Auch in diesem Brennkraftmotor M kann die Kurbelkammer im Kurbelgehäuse 3 als Ladepumpe einer Ladevorrichtung benutzt werden, oder eine Ladevorrichtung ergänzen, falls auch die im Viertaktverfahren arbeitenden Zylinder mit Aufladung betrieben werden.

[0037] Da sich im Idealfall eine totale Expansion des Verbrennungsdruckes unter direkter Umwandlung in mechanische Energie im Motor selbst erzielen lässt, sind der Abgasdruck und die Abgastemperatur niedrig. Der Brennkraftmotor lässt sich mit geringer thermische Belastung betreiben, d.h. er benötigt im Betrieb kaum Kühlleistung, eher sogar eine gute Wärmeisolierung. Es wird kaum Restdruck vergeudet, was das Abgassystem entlastet. Speziell mit der Aufladung und dem Einlassventil 27 wird die im Brennstoff enthalten Energie besser genutzt. Gegebenenfalls reicht zum Erfüllen der Abgasvorschriften ein kleiner Katalysator, oder wird ein Katalysator gänzlich entbehrlich (oder ein Rußfilter). Da bereits das Grundmodul mit drei Hubkolben in Reihenanordnung wie ein Vierzylinder arbeitet, und auch entsprechende Leistung abgibt, lassen sich zumindest in Richtung der Kurbelwellenachse kompakte Abmessungen erzielen, und kann das Gewicht des Brennkraftmotors verringert werden. Bei gebauten und betriebenen Prüfmotoren liess sich ein Wirkungsgrad von etwa 50 % oder mehr bei im Vergleich zu leistungsähnlichen herkömmlichen Motoren erzielen, und zwar bei verringertem Gewicht und kleineren Abmessungen und mit geringerem spezifischen Brennstoffverbrauch.

Patentansprüche

1. Brennkraftmotor (M) mit mindestens drei Hubkolben (10,11,12), die in zumindest einer Zylinderreihenbank (2) über Pleuel (9) mit einer Kurbelwelle (4, 4a) gekoppelt sind, mit zwangsgesteuerten Zylinder-Gaswechselventilen (18, 27, 28), mit Brennstoff-Zuführeinrichtungen und Abgasabführeinrichtungen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennkraftmotor (M) ein Hochenergiemotor mit der Dreizylinder-

reihenbank (2) als Grundmodul und mit wenigstens einem weiteren solchen Grundmodul in Boxer-, Reihen-, V-, W- oder Stern-Anordnung kombinierbar ist, von den drei Zylindern mit den parallel arbeitenden Hubkolben (10, 11, 12) die beiden äußeren (10, 11) mit Brennstoffzufuhr im Viertaktverfahren und der mittlere Hubkolben (12) mit einem wesentlichen kleineren Totvolumen (17) im mittleren Zylinder als für die beiden Hubkolben (10, 11) in den äußeren Zylinder und ohne eigene Brennstoffzufuhr im Zweitaktverfahren betreibbar sind, die drei Kurbelwellenzapfen (5a, 5b, 5c) der drei Hubkolben in einer zumindest im Wesentlichen gemeinsamen, zur Kurbelwellenachse parallele Achse (6) liegen, und zwischen jedem äußeren Zylinder und dem mittleren Zylinder im oberen Hubkolben-Totpunktbereich eine Überströmverbindung (20, 21) mit einem zwangsgesteuerten Absperrglied (G) vorgesehen ist, das erst bei Erreichen von Druckgleichheit zwischen dem einen jeweils im Kompressionstakt befindlichen äußeren Zylinder und dem mittleren Zylinder aufsteuerbar und maximal bis zum Ende des folgenden Arbeitstaktes in diesem äußeren Zylinder und im mittleren Zylinder in der Offenstellung haltbar ist.

2. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drei Hubkolben (10, 11, 12) identische Hübe haben.
3. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hub des mittleren Hubkolbens (12) verschieden ist gegenüber den identischen Hüben der beiden äußeren Hubkolben (11, 13).
4. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pleuelwinkel des Pleuels (9) des mittleren Hubkolbens (12) geringfügig verschieden ist von den Pleuelwinkeln der Pleuel der beiden äußeren Hubkolben (11, 13).
5. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußeren Zylinder Ein- und Auslassventile (18) und der mittlere Zylinder zumindest ein Auslassventil (27) aufweisen.
6. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Absperrglied (G) der Überströmverbindung (20, 21) ein Schieber (22) oder ein Kolbenventil (31, 32) ist.
7. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mittlere Zylinder einen größeren Zylinderdurchmesser aufweist als die beiden äußeren Zylinder.

8. Brennkraftmotor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitstakte der beiden äußeren Zylinder um 360 Grad des Kurbelwellendrehwinkels zu einander versetzt sind. 5
9. Brennkraftmotor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auslassventil (27) des mittleren Zylinders während des Ausschiebe- und Kompressionstakts seines Hubkolbens (12) nur zwischen dem unteren Totpunkt und einer vorbestimmten Hubposition unterhalb des oberen Totpunkts, vorzugsweise bei etwa 45 Grad Kurbelwellenwinkel vor dem oberen Totpunkt, aufsteuerbar ist. 10
10. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Aufladevorrichtung vorgesehen ist. 15
11. Brennkraftmotor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufladevorrichtung das Kurbelgehäuse (3, 3a) als Ladepumpe umfasst. 20
12. Brennkraftmotor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mittlere Zylinder zusätzlich wenigsten ein Einlassventil (28) aufweist, über das der mittlere Zylinder mit einer brennstofffreien Ladeluftzufuhr verbindbar ist. 25
13. Brennkraftmotor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einlassventil (28) des mittleren Zylinders als Spülventil während des Ausschiebe- und Kompressionstakts im mittleren Zylinder zumindest bis zum Schließen des Auslassventils (27) aufsteuerbar ist, vorzugsweise ab etwa 45 Grad Kurbelwellendrehwinkel nach dem unteren Totpunkt. 30 35
14. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Grundmodul (A) als Benzin- oder Gasmotor Zündvorrichtungen (19) nur für die beiden äußeren Zylinder aufweist. 40
15. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Grundmodul als Dieselmotor Glühvorrichtungen (19) nur für die beiden äußeren Zylinder aufweist. 45
16. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hubkolben (12) des mittleren Zylinders bei unter einander gleichen Zylinderhöhen einen dem Totraum (17) reduzierenden, erhabenen Kolbenboden (14) aufweist. 50
17. Brennkraftmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kurbelwelle (4, 4') auch zwischen den Pleuel-Kurbelzapfen (5a, 5b, 5c) gelagert ist. 55
18. Brennkraftmotor nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventile (18, 27, 28, 31, 32) bzw. die Schieber (22) über die Kurbelwelle (4, 4a)nockenwellenbetätigt sind.

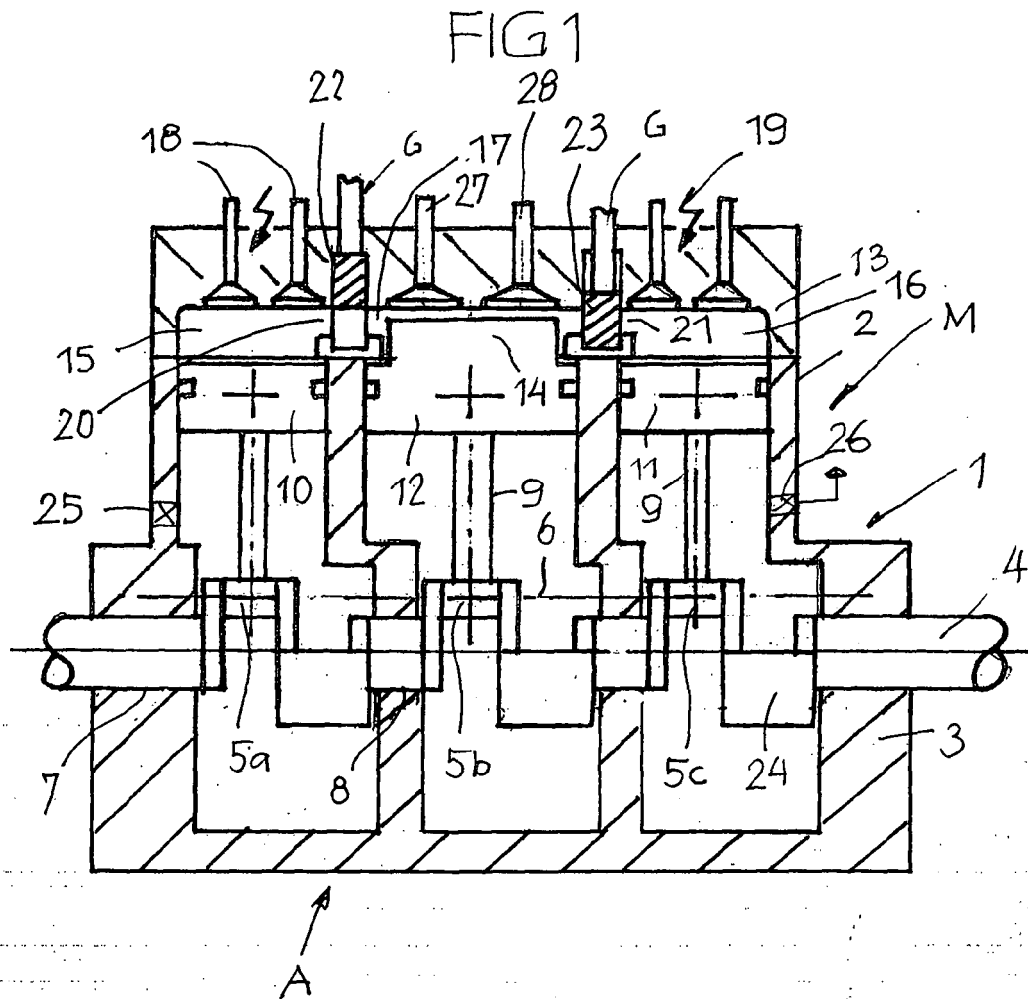


FIG 2

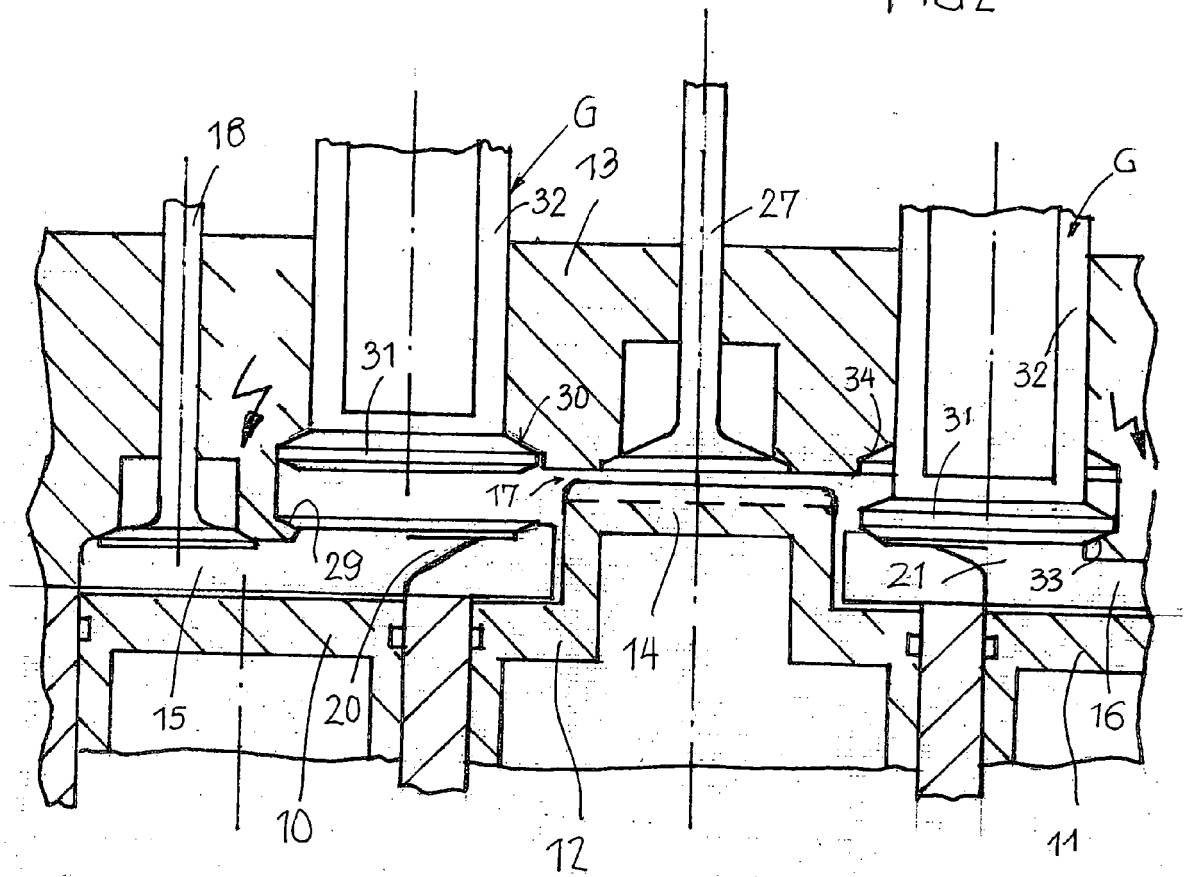
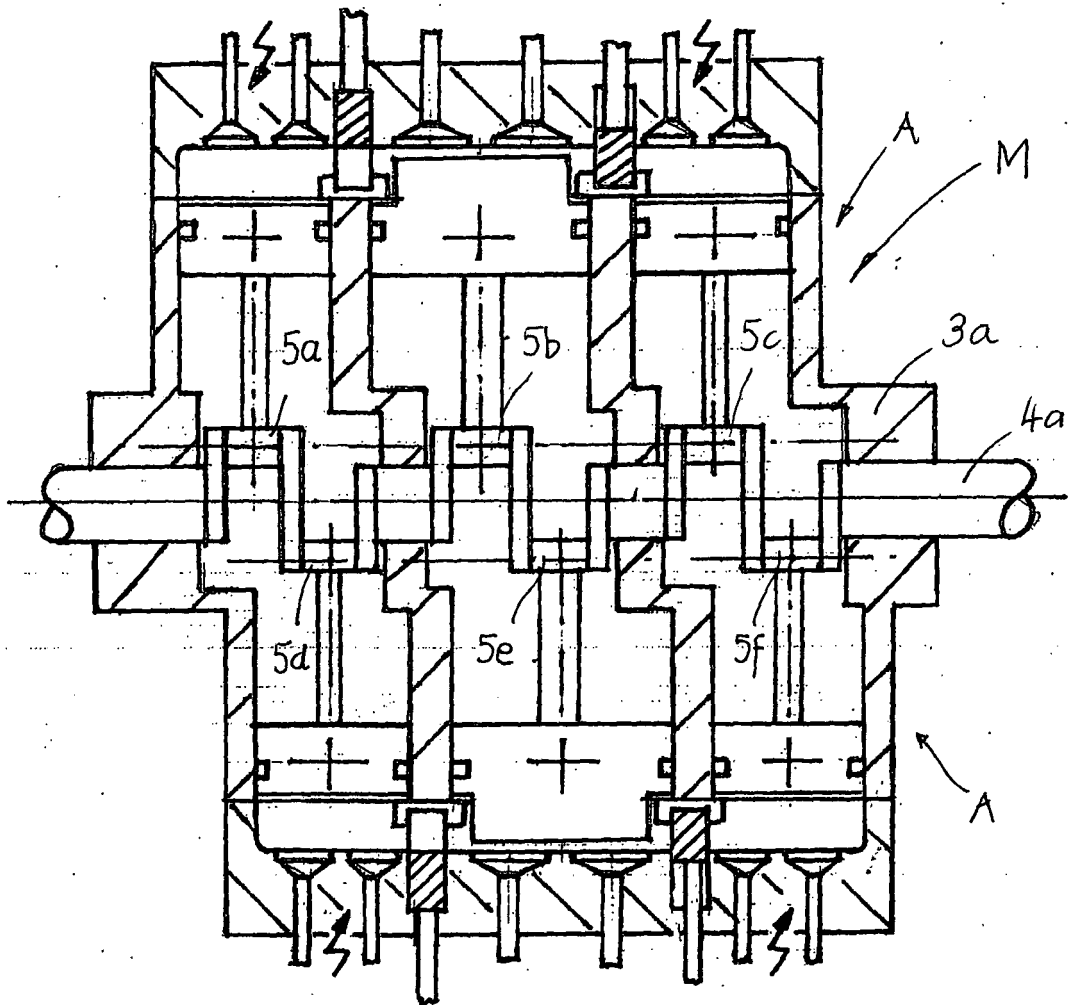


FIG 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 00 3689

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 503 816 A (GIJBELS PETER H [BE] ET AL) 12. März 1985 (1985-03-12) * Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 2, Zeile 17 * * Abbildung *	1,3-6,9, 10,14,18	INV. F02F7/00 F01B1/12 F02B41/06
A	EP 0 621 403 A (FIAT AUTO SPA [IT]) 26. Oktober 1994 (1994-10-26) * Spalte 1, Zeile 36 - Zeile 53 *	1	
A	US 6 606 970 B2 (PATTON RICHARD [US]) 19. August 2003 (2003-08-19) * Anspruch 1; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02F F01B F02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. August 2007	Prüfer De Vita, Diego
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 07 00 3689

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

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

22-08-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4503816	A	12-03-1985	BE	893338 A2	16-09-1982
EP 0621403	A	26-10-1994	IT	1260918 B	29-04-1996
US 6606970	B2	19-08-2003	US	6340004 B1	22-01-2002
			US	2002078907 A1	27-06-2002

EPO FORM P0461

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