



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.10.2010 Patentblatt 2010/42**

(21) Anmeldenummer: **10005353.7**

(22) Anmeldetag: **14.08.2007**

(51) Int Cl.:  
**F02B 75/06** (2006.01) **F02B 33/12** (2006.01)  
**F02B 33/18** (2006.01) **F02B 33/30** (2006.01)  
**F02B 33/26** (2006.01) **F02M 35/022** (2006.01)  
**F02B 33/26** (2006.01) **F02M 35/022** (2006.01)

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **16.08.2006 DE 102006038081**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**07786686.1 / 2 054 594**

(71) Anmelder: **Pelz, Peter**  
**82538 Geretsried (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Pelz, Peter**  
**82538 Geretsried (DE)**  
• **Ball, Wilfried**  
**84130 Dingolfing (DE)**

(74) Vertreter: **Kramer - Barske - Schmidtchen**  
**European Patent Attorneys**  
**Landsberger Strasse 300**  
**80687 München (DE)**

Bemerkungen:  
Diese Anmeldung ist am 21-05-2010 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Brennkraftmaschine mit integrierter Aufladung**

(57) Bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren mit mehreren Zylindern, in denen je ein mit einem Schaft (12) verbundener Kolben (14) linear hin- und her beweglich ist, und einem Doppelkurbeltrieb mit zwei gegensinnig mit gleicher Drehzahl drehenden Kurbelwellen (18, 20), die mit jedem Schaft (12) über je ein Pleuel (30, 32) verbunden sind, wobei der Doppelkurbeltrieb derart ausgelegt ist, dass der Drehwinkel der Kurbelwellen vom OT des Kolbens (4) zum UT größer als 180° ist und die Kolben derart phasenversetzt zueinander arbeiten, dass ständig wenigstens eine der Kolben-/Zylindereinheiten Arbeit an den Kurbeltrieb abgibt.

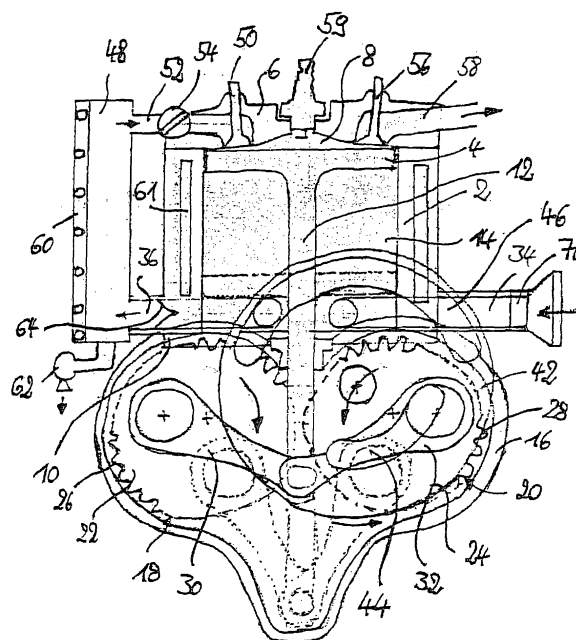


Fig 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit integrierter Aufladung.

**[0002]** Die Aufladung von Kolbenbrennkraftmaschinen ist ein zunehmend eingesetztes Mittel nicht nur zur Leistungssteigerung, sondern auch zur Verbrauchssenkung. Aus der DE 102 47 197 A1 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, in deren Zylinderwand Überströmschlitze ausgebildet sind, die im Bereich des unteren Totpunktes des Zylinders eine Verbindung zwischen dem Verdichtungsraum und dem Arbeitsraum freigeben, so dass im Verdichtungsraum beim Abwärtshub des Kolbens verdichtete Frischluft in den Brennraum überströmen kann.

**[0003]** Aus der DE 198 25 490 A1, von der im Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgegangen wird, ist eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der Frischladung in einen Unterkolbenraum angesaugt wird, dann in ein Überleitungsrohr verschoben wird und dort eingesperrt wird, bis im Unterkolbenraum eine weitere Gasmenge angesaugt ist und der normale Ansaugvorgang des Brennraums stattfindet und dann die vorangesaugten Gase zusätzlich in den Brennraum verbracht werden. Eine Eigenart dieser bekannten Brennkraftmaschine liegt darin, dass der Unterkolbenraum relativ groß ist und durch ihn geförderte Ladung mit Schmieröl des Kurbeltriebs verunreinigt ist. Weiter führt das verhältnismäßig große Volumen des Verdichtungsraums dazu, dass die dort befindliche Frischladung bei dem Abwärtshub des Kolbens nur wenig verdichtet wird und entsprechend nur wenig Frischladung in das Überleitungsrohr gepresst wird.

**[0004]** Aus der DE 40 27 533 C2 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, deren Kolben sich bei seiner Auf- und Abwärtsbewegung gleichzeitig dreht und über eine drehfest mit dem Kolben verbundene Kolbenwelle, die sich bei der Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens relativ zum Kolben linear bewegt, mit einer Abtriebswelle verbunden ist. Unterhalb des Kolbens ist ein durch den Kolben, die Zylinderinnenwand und eine Trennwand, durch die hindurch die Kolbenwelle drehbar und dicht hindurch geführt ist, begrenzter Vorverdichtungsraum angeordnet, in dem Frischluft vorverdichtet wird und anschließend dem oberhalb des Kolbens angeordneten Brennraum zugeführt wird.

**[0005]** In der DE 198 39 227 A1 ist eine Brennkraftmaschine beschrieben, deren Kolben über einen Schaft mit einem Kurbeltrieb verbunden ist, der eine lineare Hin- und Herbewegung des Schaftes in eine Drehbewegung wenigstens einer Kurbelwelle umwandelt. An dem Schaft ist wenigstens ein weiterer Kolben befestigt, der innerhalb eines zwischen zwei Trennwänden des Zylinders geführten Raums arbeitet und Luft komprimiert, die dem Brennraum zugeführt wird.

**[0006]** Ein sogenannter Doppelkurbeltrieb, wie er in der DE 198 39 227 A1 zur Umwandlung einer linearen Hin- und Herbewegung des mit dem Kolben verbundenen Schaftes in eine Drehbewegung wenigstens einer Kurbelwelle verwendet wird, ist auch aus der DE 102 47 196 B4 und der DE 102 47 197 A1 bekannt.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine mit integrierter Aufladung zu schaffen, die mit hohem Ladewirkungsgrad arbeitet und schadstoffarmes Abgas liefert.

**[0008]** Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0009]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 2 lässt sich die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine besonders kompakt bauen, da der Zylinderraum wegen des geringen Eigenvolumens des Kolbens weitgehend genutzt werden kann.

**[0010]** Der Anspruch 3 kennzeichnet die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine bei Viertaktbetrieb.

**[0011]** Der Anspruch 4 kennzeichnet die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine bei Zweitaktbetrieb.

**[0012]** Die weiteren Ansprüche 5 bis 15 sind auf weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine gerichtet, deren Vorteile im Einzelnen aus der nachfolgenden Beschreibung deutlich werden.

**[0013]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

**[0014]** In den Figuren stellen dar:

Figur 1: eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, geschnitten in der Mittelebene des Zylinders in Bewegungsrichtung des Kolbens,

Figur 2: eine Teilansicht eines Schnittes durch die Brennkraftmaschine gemäß Figur 1 in einer den Verdichtungsraum enthaltenden Ebene senkrecht zur Bewegungsrichtung des Kolbens,

Figur 3: eine Schnittansicht eines Wirbelerzeugers, der gleichzeitig als Zyklon zur Partikelabscheidung arbeitet,

Figur 4: eine Schnittansicht einer abgeänderten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, und

Figur 5: eine Skizze zur Erläuterung einer Eigenschaft eines Doppelkurbeltriebs.

**[0015]** Figur 1 zeigt einen Schnitt durch eine Mittelebene des Zylinders in Bewegungsrichtung des Kolbens einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, wobei auch außerhalb der Schnittebene befindliche Teile dargestellt sind. In einem Zylinder 2 der Brennkraftmaschine arbeitet ein scheibenförmiger Kolben 4, der zwischen seiner Oberseite und einem Zylinderkopf 6 einen Arbeitsraum 8 bildet.

**[0016]** Der Zylinder 2 ist an seiner Unterseite durch eine Bodenwand 10 verschlossen, durch die hindurch ein mit dem Kolben 4 vorzugsweise starr verbundener Schaft 12 unter Abdichtung linear hin- und her beweglich durchgeführt ist.

Zwischen der Unterseite des Kolbens 4 und der Bodenwand 10 ist auf diese Weise ein Verdichtungsraum 14 geschaffen.

**[0017]** Unterhalb des Zylinders ist in einem mit diesem starr verbundenen Kurbelgehäuse 16 ein sogenannter Doppelkurbeltrieb angeordnet, der zwei in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Drehzahl laufende Kurbelwellen 18 und 20 enthält, die mit Kurbelscheiben 22 und 24 ausgebildet sind, die über Umfangsverzahnungen 26 und 28 drehfest miteinander in Eingriff sind. Die Drehrichtungen der Kurbelwellen sind bevorzugt wie in Figur 1 angegeben.

**[0018]** An jeder Kurbelscheibe ist exzentrisch ein Ende eines Pleuels 30 bzw. 32 gelagert, dessen anderes Ende an dem Schaft 12 gelagert ist. In der mit ausgezogenen Linien dargestellten Stellung befindet sich der Kolben 4 in seinem oberen Totpunkt. In der punktierten Stellung befindet sich der Kolben 4 mit den Pleueln in seinem unteren Totpunkt. Wie ersichtlich, erstreckt sich der Schaft 12 mit seinem vom Kolben abgewandten Ende bis unterhalb der Ebene, in der die Kurbelwellen gelagert sind. Damit wird einerseits eine kompakte Bauweise erreicht und andererseits erreicht, dass die Pleuel 30 und 32 im Wesentlichen nur auf Zug beansprucht sind. Unmittelbar oberhalb der Bodenwand 10 mündet in den Verdichtungsraum ein Frischluftzufuhrkanal 34 und führt aus dem Verdichtungsraum 14 ein Abfuhrkanal 36 heraus.

**[0019]** Im Bereich der Mündung des Zufuhrkanals 34 in den Verdichtungsraum 14 ist ein Zufuhrventil 38 (Figur 2) angeordnet. Im Bereich der Ableitung des Abfuhrkanals 36 aus dem Verdichtungsraum 14 ist ein Abfuhrventil 40 angeordnet.

**[0020]** Das Zufuhrventil 38 und das Abfuhrventil 40 sind durch eine mit Schlitzten versehene Ventilscheibe 42 gebildet, die in nicht dargestellter Weise mit einer der Kurbelwellen drehfest verbunden ist und mit gleicher Drehzahl dreht wie die Kurbelwellen. Genauer weist die Ventilscheibe 42 einen ein Winkelsegment in Umfangsrichtung überstreichenden Zufuhrschlitz 44 (Figur 1) und einen ein Winkelsegment in Umfangsrichtung überstreichenden Abfuhrschlitz 46 auf. Der radiale Abstand der Schlitz 44 und 46 von der Drehachse der Ventilscheibe 42 ist derart, dass die Schlitz mit der Mündung des Zufuhrkanals 34 bzw. der Ableitung des Abfuhrkanals 36 fluchten.

**[0021]** Der Abfuhrkanal 36 ist mit einem Puffervolumen bzw. einem Pufferbehälter 48 verbunden, das bzw. der wiederum mit einem zu einem Zylinderkopf 6 angeordneten Einlassventil 50 führenden Einlasskanal 52 verbunden ist. In dem Einlasskanal 52 ist ein Steuerventil 54 angeordnet.

**[0022]** Im Zylinderkopf 6 ist weiterhin in an sich bekannter Weise wenigstens ein Auslassventil 56 angeordnet, das in geöffnetem Zustand den Arbeitsraum 8 mit einem Auslasskanal 58 verbindet. Bei Ausbildung als Ottomotor ist im Zylinderkopf 6 eine Zündkerze 59 angeordnet, die bei dieselmotorischer Ausbildung fehlt bzw. durch eine Glühkerze ersetzt sein kann.

**[0023]** Der Pufferbehälter 48 ist mit einem Kühler 60 versehen, der vorzugsweise an ein Kühlsystem der Brennkraftmaschine angeschlossen ist, mit dem vorzugsweise auch die Zylinderwände gekühlt sind. Entsprechende Kühlkanäle sind mit 61 bezeichnet. Der Kühler 60 kann wie ein Ladeluftkühler in an sich bekannter Weise auch als Luftkühler ausgebildet sein. Der Druck im Pufferbehälter 48 ist vorzugsweise mit einem Abblasventil 62 steuerbar, das an ein Steuergerät angeschlossen ist.

**[0024]** Vor dem Einlass in den Pufferbehälter 48 ist vorteilhafterweise ein Rückschlagventil 64 angeordnet.

**[0025]** Die grundsätzliche Funktionsweise der beschriebenen Brennkraftmaschine wird im Folgenden am Beispiel eines im Viertaktverfahren betriebenen Otto-Motors erläutert:

Sei angenommen, der Kolben 4 befindet sich im oberen Totpunkt. Einlassventil 50 und Auslassventil 56, die in an sich bekannter Weise gesteuert werden, sind geschlossen; in den Arbeitsraum 8, der sein minimales Volumen hat und verdichtete Frischladung enthält, ist über ein nicht dargestelltes Einspritzsystem Kraftstoff eingespritzt, der mittels der Zündkerze 59 entzündet wird. Der Kolben 4 bewegt sich dann abwärts, wobei bei geschlossenem Zufuhrventil 38 durch das offene Abfuhrventil 40 (der Abfuhrschlitz 46 überdeckt den Abfuhrkanal 36) im Verdichtungsraum 14 befindliche Frischluft in den Pufferbehälter 48 gedrängt wird. Wenn der Kolben seinen UT erreicht (was wegen des Doppelkurbeltriebs erst nach einer Kurbelwellenhebung von etwa 200° nach OT der Fall ist), oder etwas vorher, öffnet das Auslassventil 56 und wird die Überdeckung des Abfuhrschlitzes 46 mit dem Abfuhrkanal 36 beendet. Der Kolben 4 bewegt sich unter Vergrößerung des Volumens des Verdichtungsraums 14 und Verkleinerung des Volumens des Arbeitsraums 8 nach oben, wobei der Zufuhrschlitz 44 in Überdeckung mit dem Zufuhrkanal 34 kommt und das Zufuhrventil 38 öffnet, so dass in den Verdichtungsraum 14 Frischluft eingesaugt wird. Wenn der Kolben 4 seinen OT erreicht hat, oder kurz davor, schließt das Auslassventil 56 und schließt das Zufuhrventil 38. Anschließend beginnt erneut ein Abwärtshub des Kolbens, wobei wiederum Frischluft aus dem Verdichtungsraum 14 durch das nunmehr wieder geöffnete Abfuhrventil 40 in den Pufferbehälter 48 gedrückt wird, so dass dort für einen Ansaug- bzw. Füllungstakt des Arbeitsraums 8 im Wesentlichen zweimal das Volumen des Verdichtungsraums 14 zur Verfügung steht, welches bei während des Ansaugtaks geöffnetem Einlassventil 50 in den Arbeitsraum 8 einströmt und nach einem anschließenden Verdichtungshub des Kolbens 4 zur Arbeitsleistung zur Verfügung steht.

**[0026]** Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, ist die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mit integrierter Aufladung ausgeführt, die außerordentlich effizient ist, wozu die Kühlung des Pufferbehälters 48 beiträgt.

**[0027]** Bei dem geschilderten Motor ändert sich das Volumen des Arbeitsraumes 8 um den gleichen Betrag wie das

Volumen des Verdichtungsraumes 14. Im stationären Zustand und bei Voraussetzung isothermer Verhältnisse hat daher das im Arbeitsraum 8 im unteren Totpunkt des Kolbens befindliche Luftvolumen etwa den doppelten Druck wie der Umgebungsdruck, da dieses Volumen zweifach gefördert wurde (einem Ansaughub des Arbeitsraums entsprechen zwei Verdichtungs- bzw. Pumphübe des Verdichtungsraums). Das Volumen des Pufferbehälters 48 hat Einfluss auf die Dynamik des Systems. Je größer das Volumen des Pufferbehälters 48 ist, desto geringer sind die Druckschwankungen. Jedoch reagiert der Motor bei einer Absenkung des Druckes in dem Pufferbehälter 48 aufgrund der Öffnung des Ablassventilträgers und entwickelt erst mit Verzögerung wieder seinen vollen Ladedruck. Der Pufferbehälter 48 kann zur Druckstabilisierung eine federbelastete Membran enthalten, wobei der Federdruck einstellbar sein kann. Der Pufferbehälter 48 kann auch durch einen gummischlauchartigen Behälter gebildet sein, dessen Volumen sich an den Druck anpasst. Es ist möglich, den Pufferbehälter bzw. das Puffervolumen ganz entfalten zu lassen, indem die Ladeluft lediglich durch erforderliche Verbindungsleitungen geführt wird. Das geometrische Verdichtungsverhältnis des Verdichtungsraums kann höher als das des Arbeitsraums sein, da im UT des Kolbens nur ein möglichst geringes Totvolumen vorhanden sein soll. Das Rückschlagventil 64 stellt sicher, dass keine bereits im Pufferbehälter 48 befindliche Frischluft in den Verdichtungsraum 14 zurückströmt.

**[0028]** Durch die Aufladung ist es möglich, die Steuerzeiten so zu wählen, dass keine Überschneidung zwischen offenem Einlass und offenem Auslass besteht.

**[0029]** Beispielsweise Steuerzeiten sind:

Einlass öffnet:	5° vor OT	schließt:	20° nach UT
Auslass öffnet:	40° vor UT	schließt:	5° nach UT

**[0030]** Die Laststeuerung geschieht vorteilhafterweise wie folgt:

**[0031]** Wenn keine Aufladung erforderlich ist, wird das Abblasventil 62 vorteilhafterweise geöffnet, so dass im Pufferbehälter 48 kein Überdruck entsteht. Wenn ein Betrieb mit geringerer Füllung erfolgen soll, wird der Querschnitt des Einlasskanals 52 vorteilhafterweise mit dem Steuerventil 54, das als Drosselventil ausgebildet sein kann, verkleinert. Die Steuerung des Betriebs ohne Aufladung erfolgt somit vorteilhafterweise über das Steuerventil 54. Wenn Aufladung erforderlich ist, wird das Steuerventil 54 vollständig geöffnet und die Steuerung erfolgt über das Abblasventil 62, das bei Volllast völlig geschlossen ist.

**[0032]** Die Phase der Ventilscheibe 42 relativ zur Kurbelwelle oder auch der Umfangswinkelbereich der Schlitze 44, 46 können verstellbar sein. Das durch die Ventilscheibe 42 und deren Schlitze gebildete Zufuhrventil 38 und Abfuhrventil 40 können durch einfache Rückschlagventile ersetzt werden, wobei das Rückschlagventil 38 eine Einstromung in den Verdichtungsraum 14 zulässt und das Rückschlagventil 40 eine Ausströmung aus dem Verdichtungsraum 14 zulässt.

**[0033]** Das Zufuhrventil 38 und das Abfuhrventil 40 können auch durch frei steuerbare Ventile ersetzt werden, beispielsweise Drehschieberventile. Diese Ventile können einzeln steuerbar sein, wodurch eine Laststeuerung möglich ist. Eine Laststeuerung kann auch dadurch erfolgen, dass im Zufuhrkanal 34 ein nicht dargestelltes Drosselventil angeordnet ist.

**[0034]** Es versteht sich, dass die geschilderten Möglichkeiten, die vom Arbeitsraum 8 angesaugte Frischluft bzw. Frischladung zu steuern, primär für ottomotorischen Betrieb erforderlich sind und bei dieselmotorischem Betrieb entfallen können oder derart angewendet werden, dass keine erhöhte Kompressionsarbeit verrichtet wird. Das Drosselventil 54 oder ein im Zufuhrkanal 34 angeordnetes Ventil können als Schlauchventil ausgebildet sein, dessen Durchströmquerschnitt durch Quetschen veränderbar ist.

**[0035]** Die erfindungsgemäße integrierte Aufladung kann an jedwelcher Art von Viertakthubkolbenbrennkraftmaschine eingesetzt werden, beispielsweise Otto-Motoren mit Saugrohreinspritzung, direkter Einspritzung oder Dieselmotoren mit Direkteinspritzung usw. Die erfindungsgemäße Aufladung sorgt für ein spontan verfügbares hohes Drehmoment bereits bei niedrigen Drehzahlen. Sie kann gegebenenfalls durch eine Abgasturboaufladung ergänzt werden, wenn sehr hohe Ladedrücke erforderlich sind.

**[0036]** Der geschilderte Doppelkurbeltrieb ist eine einfache Möglichkeit, eine Linearführung des Schaftes 12 herbeizuführen, wodurch eine öldichte Trennung zwischen Kurbelraum und Verdichtungsraum möglich ist. Zusätzlich wird wegen der veränderten Beziehung zwischen der Stellung des Kolbens und der Drehstellung der Kurbelwelle ein besserer Wirkungsgrad erzielt.

**[0037]** Der Doppelkurbeltrieb kann durch einen anderen Kurbeltrieb, beispielsweise einen mit Gleitstein arbeitenden Kurbelschleifentrieb ersetzt werden, der eine lineare Bewegung des Kolbenschaftes durch die Öffnung in der Trennwand ermöglicht.

**[0038]** Fig. 3 zeigt einen Wirbelerzeuger zur Abscheidung von in der Frischluft enthaltenen Partikeln, mit Hilfe dessen die durch einen herkömmlichen Luftfilter bedingten Strömungswiderstände vermindert werden können.

**[0039]** Gemäß Fig. 3 weist ein Zyklon 72 ein insgesamt zylindrisches Gehäuse 74 auf, das in seinem unteren Bereich im Durchmesser erweitert ist und in dessen Bodenwand einen in die Achse des Zylinders einragenden Strömungskörper

76 aufweist. Ein Einlass 77 führt exzentrisch bzw. tangential in den erweiterten unteren Bereich des Zyklons 72.

**[0040]** Das Gehäuse 74 ist zumindest in Teilbereichen doppelwandig ausgeführt, wobei die innere Wand 78, die beispielsweise aus Blech besteht, durch Ausstanzungen gebildete Lappen aufweist, die zur Außenwand hin oder einwärts vorstehen, so dass tangential an der Innenwand entlang strömende Luft infolge der Lappen in den Zwischenraum zwischen der Innenwand 78 und der Außenwand gerichtet wird. Aus den Zwischenräumen zwischen der Innenwand 78 und der Außenwand führen Auslässe 80 heraus, die Speichervolumina bilden, welche periodisch oder permanent entleert werden.

**[0041]** Die Funktion des Zyklons 72 ist wie folgt:

Luft strömt durch den tangentialen Einlass 77 in den erweiterten unteren Bereich des Gehäuses 74 ein und gerät dort, unterstützt durch den Strömungskörper 76 in eine umlaufende schraubenförmige Strömung, deren Rotationsgeschwindigkeit sich gemäß Fig. 4 nach oben in Folge des enger werdenden Querschnitts des Gehäuses 74 vergrößert. In der Luft enthaltene Partikel konzentrieren sich in Folge ihrer höheren Dichte außen in der Strömung und gelangen in den Bereich zwischen der Innenwand 78 und der äußeren Wand des Gehäuses 74. In Folge der Schwerkraft fallen diese Partikel dann nach unten und sammeln sich in den Auslässen 80, von wo aus sie entsorgt werden.

**[0042]** Ein solcher Zyklon 72 kann beispielsweise unmittelbar im Frischlufteinlass der Brennkraftmaschine anstelle des Wirbelerzeugers 70 angebracht werden, wo er einen Luftfilter ersetzt oder stromoberhalb des Luftfilters angeordnet ergänzt, so dass der Luftfilter mit geringerem Strömungswiderstand ausgebildet werden kann. Es versteht sich, dass der beispielhaft beschriebene Wirbelerzeuger vielfältig abgeändert werden kann. Weiterhin können Wirbelerzeuger ohne die Möglichkeit zur Partikelabscheidung an Stellen eingefügt werden, an denen eine Wirbelerzeugung aus anderen Gründen vorteilhaft ist, wie stromoberhalb des gekühlten Pufferbehälters für einen besseren Wärmetausch oder stromoberhalb des Einlassventils für eine bessere Verbrennung im Brennraum.

**[0043]** Fig. 4 zeigt eine abgeänderte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, wobei für Teile der Fig. 1 entsprechende Teile die gleichen Bezugszeichen verwendet sind.

**[0044]** Im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 weist die Maschine gemäß Fig. 3 einen weiteren Zylinder 82 auf, in dem ein Verdichterkolben 84 arbeitet, der an dem durch den Boden des Kurbelgehäuses 16 unter Abdichtung hindurchgeführten Schaft 12 befestigt ist. Beidseitig des Verdichterkolbens 84 sind in dem Zylinder 82 Verdichtungsräume 86, 88 ausgebildet, die über Einlassventile mit der Umgebung und über Auslassventile 94, 96 mit dem Pufferbehälter 48 verbunden sind. Die Einlassventile und Auslassventile können einfache Rückschlagventile sein.

**[0045]** Der Zylinder 2 weist im Bereich des unteren Totpunktes des Kolbens 4 angeordnete Überströmschlitze 98 auf, die im unteren Bereich des Totpunktes des Kolbens 4 eine Verbindung zwischen dem Verdichtungsraum 14 und dem Arbeitsraum 8 freigeben.

**[0046]** In einem anderen Umfangsbereich ist die Innenwand des Zylinders 2 kurz oberhalb des Totpunktes des Kolbens mit Auslassschlitzen 100 versehen, die in den Auslasskanal 58 münden. Im Auslasskanal 58 arbeitet ein Ventil 102.

**[0047]** Die Funktion des Motors, der im Zweitaktbetrieb arbeitet, ist folgende:

Es sei angenommen, der Kolben 4 befinde sich, wie in Fig. 4 dargestellt, in seinem UT. Das Ventil 40 und das Ventil 102 sind offen. Sobald die Aufwärtsbewegung des Kolbens 4 einsetzt, wird das Ventil 40 geschlossen und kurz danach auch das Ventil 102. Das Ventil 38, das ein einfaches Rückschlagventil sein kann, öffnet, so dass der Verdichtungsraum 14 Luft ansaugt und in den Arbeitsraum 8 eingeströmte Frischluft komprimiert wird. Die Überströmschlitze 98 schließen, sobald sie vom Kolben 4 nicht mehr überfahren sind und infolge des Schließens des Ventils 102 ist der Arbeitsraum 8 vom Auslasskanal 58 getrennt. Bei weiterer Fortsetzung des Aufwärtshubs des Kolbens wird Luft aus dem Verdichtungsraum 86 in den Pufferbehälter 48 ausgestoßen und Frischluft in den Verdichtungsraum 88 eingesaugt. Nachdem der Kolben seinen UT erreicht hat, setzt der Arbeitshub durch Zünden der über dem Kolben 4 befindlichen Ladung (ein Einspritzsystem und eine Zündkerze bei ottomotorischem Betrieb sind nicht dargestellt). Während der Abwärtsbewegung des Kolbens, während der das Ventil 40 bereits geöffnet werden kann, wird in den Verdichtungsraum 14 angesaugte Luft komprimiert und in den Verdichtungsraum 88 eingesaugte Luft in den Pufferbehälter 48 gefördert. Kurz vor Erreichen des UT wird das Ventil 102 geöffnet, so dass, wenn der Kolben die Auslassschlitze 100 freigibt, verbrannte Ladung durch den Auslasskanal 58 ausgestoßen werden kann. Sobald die Überströmschlitze 98 überfahren werden, wird die Verbindung vom Verdichtungsraum 14 zum Arbeitsraum 8 freigegeben, so dass die von dem Verdichterkolben 84 geförderte Luft und die in dem Verdichtungsraum 14 befindliche komprimierte Luft in den Arbeitsraum 8 überströmen und für einen neuen Arbeitshub zur Verfügung stehen. Insgesamt wird während eines Arbeitszyklus (Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens 4) somit das Hubvolumen des Verdichtungsraums 14 und die Hubvolumina der Verdichtungsräume 86 und 88 gefördert, so dass im dargestellten Beispiel bei Gleichheit aller Hubvolumina in erster Näherung bei Vernachlässigung thermischer Effekte und Strömungsverlusten ein Ladedruck in Höhe des dreifachen Umgebungsdrucks erzielt wird.

**[0048]** Für die Steuerung des Ladedruckes und der Last gibt es wiederum unterschiedlichste Möglichkeiten, die nicht näher erläutert werden.

**[0049]** Der Motor gemäß Fig. 4 kann vielfältig abgewandelt werden. Beispielsweise ist ein Zweitaktbetrieb auch möglich, wenn in der Mündung des Einlasskanals in den Arbeitsraum 8 ein Ventil ähnlich der Fig. 1 angeordnet ist. Auch die Auslassschlitze 100 mit dem zusätzlichen Ventil 102 können durch ein Auslassventil gemäß Fig. 1 ersetzt werden, so dass der Motor vollständig kopfgesteuert sein kann.

**[0050]** Weiter ist es möglich, den Motor gemäß Fig. 1 mit einer Aufladung, wie sie durch den Zylinder 82 möglich ist, zu ergänzen.

**[0051]** Der erfindungsgemäße Motor kann mehrere beispielsweise hintereinander angeordnete Zylinder aufweisen. Die in den einzelnen Zylindern verdichtete Luft kann den einzelnen Zylindern zugeordnet werden oder durch ein Sammelvolumen, z. B. einen Pufferbehälter geführt werden, der zumindest einer Gruppe von Zylindern gemeinsam ist.

**[0052]** Insgesamt können die unterschiedlichen erläuterten Merkmale in unterschiedlichster Weise miteinander kombiniert werden, solange eine integrierte Aufladung erzielt wird, d.h. eine Aufladung, die unmittelbar durch die Bewegung des Kolbens 4 bzw. eines weiteren mit dem Kolben 4 bewegungsübertragend verbundenen Verdichterkolbens 84 erzielt wird. Die einzelnen Verdichtungsvolumina müssen nicht einander gleich sein. Auch können mehrere Verdichtungsstufen durch Anordnung mehrerer Zylinder 82 vorgesehen werden.

**[0053]** Figur 5 zeigt eine Eigenart des Doppelkurbeltriebs, die auf unterschiedliche Weise vorteilhaft genutzt werden kann:

In Figur 5 sind die Kurbelscheiben des Doppelkurbeltriebs schematisch dargestellt und mit 22 und 24 bezeichnet. Die Drehkreise, auf denen sich die Anlenkpunkte der Pleuel 30 und 32 um die Mittelpunkte M der Kurbelscheiben 22 und 24 bewegen, sind gestrichelt eingezeichnet. Die Pleuel 30 und 32 sind im oberen Totpunkt OT des Kolbens bzw. von dessen Schaft 12 mit durchgehenden Linien eingezeichnet und im unteren Totpunkt UT des Kolbens strichpunktiert eingezeichnet. Wie ersichtlich, beträgt der Drehwinkel, um den sich die Kurbelscheiben 22 bei der durch Pfeile dargestellten Drehrichtung drehen, damit der Kolben vom OT zum UT kommt, deutlich mehr als  $180^\circ$ . Genauer ist dieser Drehwinkel abhängig von dem Winkel  $\alpha$ , den die Pleuel im oberen Totpunkt mit einer Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten M der Kurbelscheiben 22 und 24 bzw. einer die Achsen der Kurbelscheiben 22 und 24 enthaltenden Ebene bilden. Wenn der Winkel  $\alpha$  etwa  $20^\circ$  beträgt, beträgt der Drehwinkel vom OT zum UT in der dargestellten Drehrichtung etwa  $220^\circ$ . Mit größer werdendem Winkel  $\alpha$  nimmt der Drehwinkel ab und liegt bei einem  $\alpha$  von  $30^\circ$  etwa bei  $210^\circ$  und bei einem  $\alpha$  von  $40^\circ$  etwas über  $200^\circ$ .

**[0054]** Zweckmäßige Werte für  $\alpha$  liegen zwischen etwa  $20^\circ$  und  $45^\circ$ , je nach Art und Auslegung der Brennkraftmaschine.

**[0055]** Bei der in Figur 5 dargestellten Drehrichtung der Kurbelscheiben 22 und 24 kann die zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt liegende Arbeitsphase einer Hubkolbenbrennkraftmaschine somit auf einen Kurbelwinkel von deutlich über  $180^\circ$  bis zu  $220^\circ$  und darüber verlängert werden. Dies führt dazu, dass beispielsweise bei einem Zweitaktmotor mit zwei Kolben, die um  $180^\circ$  versetzt zueinander, also gegenphasig arbeiten, ständig einer der Kolben in einem Arbeitstakt bzw. in einer Arbeitsphase sein kann, in der er in Folge von Verbrennungswärme erzeugte Arbeit an den Kurbeltrieb abgibt. Somit kann bei einer Zweizylinderzweitaktbrennkraftmaschine bereits mit zwei Zylindern ein außerordentlich gleichmäßiger Lauf erreicht werden. Eine solche Zweitaktbrennkraftmaschine kann beispielsweise derart ausgebildet werden, dass ihr Auslassventil nicht, wie bei der Brennkraftmaschine gemäß Figur 4, durch einen Schlitz gebildet ist, sondern durch ein zweckentsprechend gesteuertes gesondertes Auslassventil, beispielsweise Teilverventil, im Zylinderkopf.

**[0056]** Bei einer Viertaktbrennkraftmaschine kann aus ähnlichen Gründen bei vier Zylindern, deren Kolben um jeweils  $90^\circ$  versetzt zueinander arbeiten, oder bereits bei einer Dreizylinderbrennkraftmaschine, deren Kolben jeweils um  $120^\circ$  versetzt zueinander arbeiten, ein außerordentlich komfortabler runder Lauf erzielt werden.

**[0057]** Wenn der in Figur 5 skizzierte Doppelkurbeltrieb mit entgegengesetzter Laufrichtung der Kurbelscheiben eingesetzt wird, ist die Expansionsphase vom OT zum UT entsprechend verkürzt und die Ansaug- bzw. Kompressionsphase vom UT zum OT entsprechend verlängert. Auch diese Drehrichtung ist je nach thermodynamischen Bedingungen der Verbrennung und den Strömungsverhältnissen vorteilhaft einsetzbar, beispielsweise bei nicht aufgeladenen Motoren, auch Dieselmotoren, für deren Füllung ein langer Zeitraum günstig ist.

**[0058]** Ein weiterer Vorteil, der mit der Basisauslegung des Kurbeltriebs gemäß den Figuren 1 und 5 erzielt wird, liegt darin, dass die Pleuel im Wesentlichen nur auf Zug beansprucht werden, weil der Anlenkpunkt der Pleuel an dem Kolbenschaft sich ständig unterhalb der Verbindungslinie der Mittelpunkte der Kurbelscheiben befindet.

**[0059]** Im Folgenden werden Beispiele vorbeschriebener Brennkraftmaschinen angegeben:

1. Eine Brennkraftmaschine mit integrierter Aufladung, enthält:

wenigstens einen Zylinder 2, in dem ein Kolben 4 unter Bildung eines Arbeitsraumes 8 zwischen einer Seite des Kolbens und einem Zylinderkopf 6 und unter Bildung eines Verdichtungsraumes 14 auf der anderen Seite des Kolbens hin- und her beweglich ist, einen mit dem Kolben 4 verbundenen, zumindest teilweise im Verdichtungsraum 14 angeordneten Schaft 12, der mit einem Kurbeltrieb 18, 20 zur Umwandlung der Hin- und Herbewegung des Kolbens in eine Drehbewegung wenigstens einer Kurbelwelle 18, 20 verbunden ist, wenigstens ein in einem Einlass in den Arbeitsraum 8 angeordnetes Einlassventil 50, einen in den Verdichtungsraum 14 führenden Zufuhrkanal 34, in dem ein Zufuhrventil 38 angeordnet ist, und einen den Verdichtungsraum 14 mit dem Einlass in den Arbeitsraum verbindenden Abfuhrkanal 36, in dem ein Abfuhrventil 40 angeordnet ist, und ist

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der mit dem Kolben 4 verbundene Schaft 12 unter Abdichtung durch die Bodenwand 10 des Zylinders 2 linear hin- und her beweglich hindurch geführt ist,

der Kurbeltrieb derart ausgebildet ist, dass er die lineare Hin- und Herbewegung des Schaftes in die Drehbewegung der wenigstens einen Kurbelwelle 18, 20 umwandelt, und der Verdichtungsraum 14 auf seiner vom Kolben 4 abgewandten Seite durch eine Bodenwand 10 des Zylinders begrenzt ist.

2. Brennkraftmaschine nach Beispiel 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben 4 insgesamt scheibenförmig ist.

3. Brennkraftmaschine nach Beispiel 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine im Viertaktbetrieb betrieben wird und das Einlassventil 50 und ein Auslassventil 56 im Zylinderkopf 6 angeordnet sind.

4. Brennkraftmaschine nach Beispiel 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine im Zweitaktbetrieb betrieben wird, das Einlassventil durch wenigstens eine im Bereich des unteren Totpunktes des Kolbens 4 freigegebene, in der Zylinderwand ausgebildete Überströmöffnung 98 gebildet ist, die vom Verdichtungsraum 14 in den Arbeitsraum 8 führt, ein Auslassventil durch eine vor dem unteren Totpunkt des Kolbens 4 freigegebene, durch die Zylinderwand hindurchführende Auslassöffnung 100 gebildet ist, und der Kolben 4 mit einem sich in einem Verdichtungszyylinder 82 hin- und herbewegenden Verdichtungskolben 84 verbunden ist, wobei der Verdichtungskolben im Verdichtungszyylinder wenigstens an eine Verdichtungskammer 86, 88 grenzt, die über je ein Ventil 90, 92 mit der Umgebung und je ein weiteres Ventil 94, 96 mit dem Verdichtungsraum 14 verbunden ist.

5. Brennkraftmaschine nach einem der Beispiele 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kurbeltrieb als Doppelkurbeltrieb mit zwei gegensinnig mit gleicher Drehzahl drehenden Kurbelwellen 18, 20 ausgebildet ist, die mit dem Schaft 12 über je ein Pleuel 30, 32 verbunden sind.

6. Brennkraftmaschine nach Beispiel 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaft 12 des Kolbens 4 zwischen den Kurbelwellen 18, 20 hindurchführt und mit den Pleueln 30, 32 auf der vom Kolben 4 abgewandten Seite der Kurbelwellen verbunden ist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Beispiele 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** strömungsoberhalb des Einlasses ein Pufferbehälter 48 angeordnet ist.

8. Brennkraftmaschine nach Beispiel 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pufferbehälter 48 gekühlt ist.

9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pufferbehälter 48 ein Abblasventil 62 aufweist.

10. Brennkraftmaschine nach einem der Beispiele 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zufuhrventil 38 und das Abfuhrventil 40 durch Schlitze 44, 46 in einer drehbaren Ventilscheibe 42 gebildet sind.

11. Brennkraftmaschine nach einem der Beispiele 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pfad der dem Arbeitsraum 8 zugeführten Frischluft durch wenigstens einen Wirbelerzeuger 70 führt, der der durch ihn hindurchströmenden Frischluft eine Wirbelströmung mit einer zur Gesamtströmungsrichtung etwa parallelen Achse erteilt.

12. Brennkraftmaschine nach Beispiel 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wirbelerzeuger (70) als Zyklon (72) zum Abscheiden von in der durch ihn hindurchströmenden Frischluft enthaltenen Partikeln ausgebildet ist.

13. Brennkraftmaschine nach den Beispielen 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Doppelkurbeltrieb derart angelegt ist, dass der Drehwinkel der Kurbelscheiben 22, 24 vom OT des Kolbens 4 zum UT größer als 180° ist.

## EP 2 241 736 A2

14. Brennkraftmaschine nach Beispiel 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Kolben-/Zylindereinheiten vorgesehen sind, die derart phasenversetzt zueinander arbeiten, dass ständig wenigstens eine der Kolben-/Zylindereinheiten Arbeit an den Kurbeltrieb abgibt.

5 15. Brennkraftmaschine nach Beispiel 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Doppelkurbeltrieb derart ausgelegt ist, dass die Pleuel 30, 32 im OT des Kolbens 4 mit einer Ebene durch die Achsen der Kurbelscheiben 22, 24 einen Winkel zwischen 20° und 45° bilden.

### Bezugszeichenliste

10

#### [0060]

2 Zylinder

15

4 Kolben

6 Zylinderkopf

20

8 Arbeitsraum 10 Bodenwand

12 Schaft

14 Verdichtungsraum

25

16 Kurbelgehäuse

18 Kurbelwelle

20 Kurbelwelle

30

22 Kurbelscheibe

24 Kurbelscheibe

35

26 Umfangsverzahnung

28 Umfangsverzahnung

30 Pleuel

40

32 Pleuel

34 Zufuhrkanal

45

36 Abfuhrkanal

38 Zufuhrventil

40 Abfuhrventil

50

42 Ventilscheibe

44 Zufuhrschlitz

55

46 Abfuhrschlitz

48 Pufferbehälter

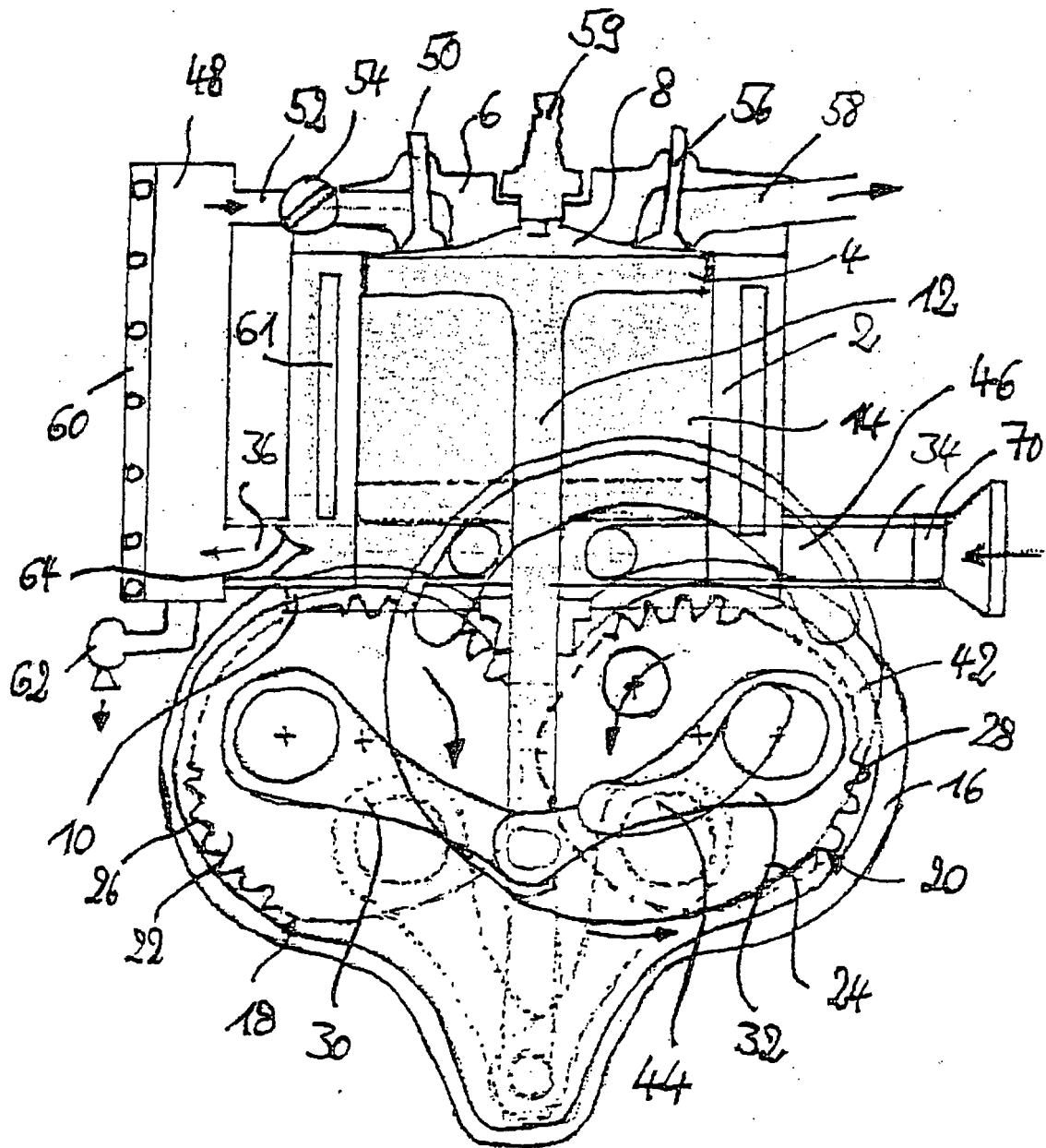


## EP 2 241 736 A2

	50	Einlassventil
	52	Einlasskanal
5	54	Steuerventil
	56	Auslassventil
	58	Auslasskanal
10	59	Zündkerze
	60	Kühler
15	61	Kühlkanal
	62	Abblasventil
	64	Rückschlagventil
20	70	Wirbelerzeuger
	72	Zyklon
25	74	Gehäuse
	76	Strömungskörper
	77	Einlass
30	78	innere Wand
	80	Auslass
35	82	Zylinder
	84	Verdichterkolben
	86	Verdichtungsraum
40	88	Verdichtungsraum
	90	Einlassventil
45	92	Einlassventil
	94	Auslassventil
	96	Auslassventil
50	98	Überströmschlitze
	100	Auslassschlitz
55	102	Ventil

Patentansprüche

- 5 1. Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, in denen je ein mit einem Schaft (12) verbundener Kolben (14) linear hin- und her beweglich ist, und einem Doppelkurbeltrieb mit zwei gegensinnig mit gleicher Drehzahl drehenden Kurbelwellen (18, 20), die mit jedem Schaft (12) über je ein Pleuel (30, 32) verbunden sind, wobei der Doppelkurbeltrieb derart ausgelegt ist, dass der Drehwinkel der Kurbelwellen vom OT des Kolbens (4) zum UT größer als 180° ist und die Kolben derart phasenversetzt zueinander arbeiten, dass ständig wenigstens eine der Kolben-/Zylindereinheiten Arbeit an den Kurbeltrieb abgibt.
- 10 2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, wobei der Doppelkurbelbetrieb derart ausgelegt ist, dass die Pleuel (30, 32) im OT des Kolbens (4) mit einer Ebene durch die Achsen der Kurbelwellen (18, 20) einen Winkel zwischen 20° und 45° bilden.
- 15 3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaft (12) mit den Pleueln (30, 32) auf der von den Kolben (4) abgewandten Seite des Doppelkurbelbetriebs (18, 20) verbunden ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Brennkraftmaschine im Zweitaktbetrieb arbeitet und wenigstens zwei Zylinder aufweist.
- 20 5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Brennkraftmaschine im Viertaktbetrieb arbeitet und wenigstens vier Zylinder aufweist.
- 25 6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei jeder Kolben (4) in dem zugehörigen Zylinder (2) unter Bildung eines Arbeitsraumes (8) zwischen einer Seite des Kolbens und einem Zylinderkopf (6) und unter Bildung eines Verdichtungsraumes (14) zwischen der anderen Seite des Kolbens und einer Bodenwand (10) des Zylinders hin- und her beweglich ist, und der Schaft (12) jedes Kolbens unter Abdichtung durch eine Bodenwand (10) hindurchgeführt ist, die den Zylinder (2) zu dem Doppelkurbeltrieb (18, 20) hin verschließt



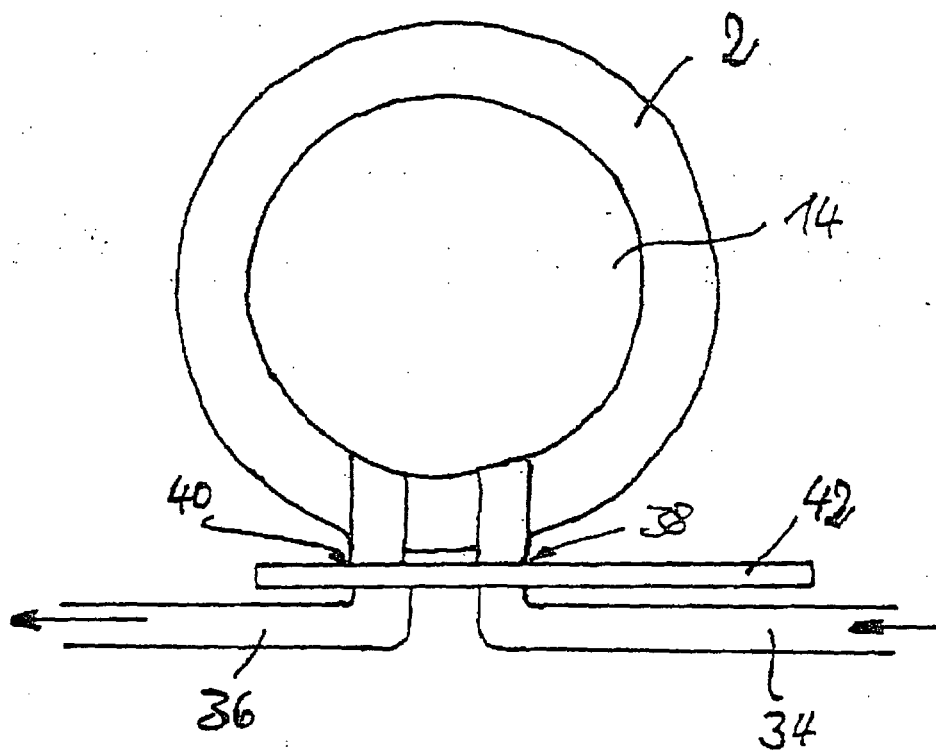
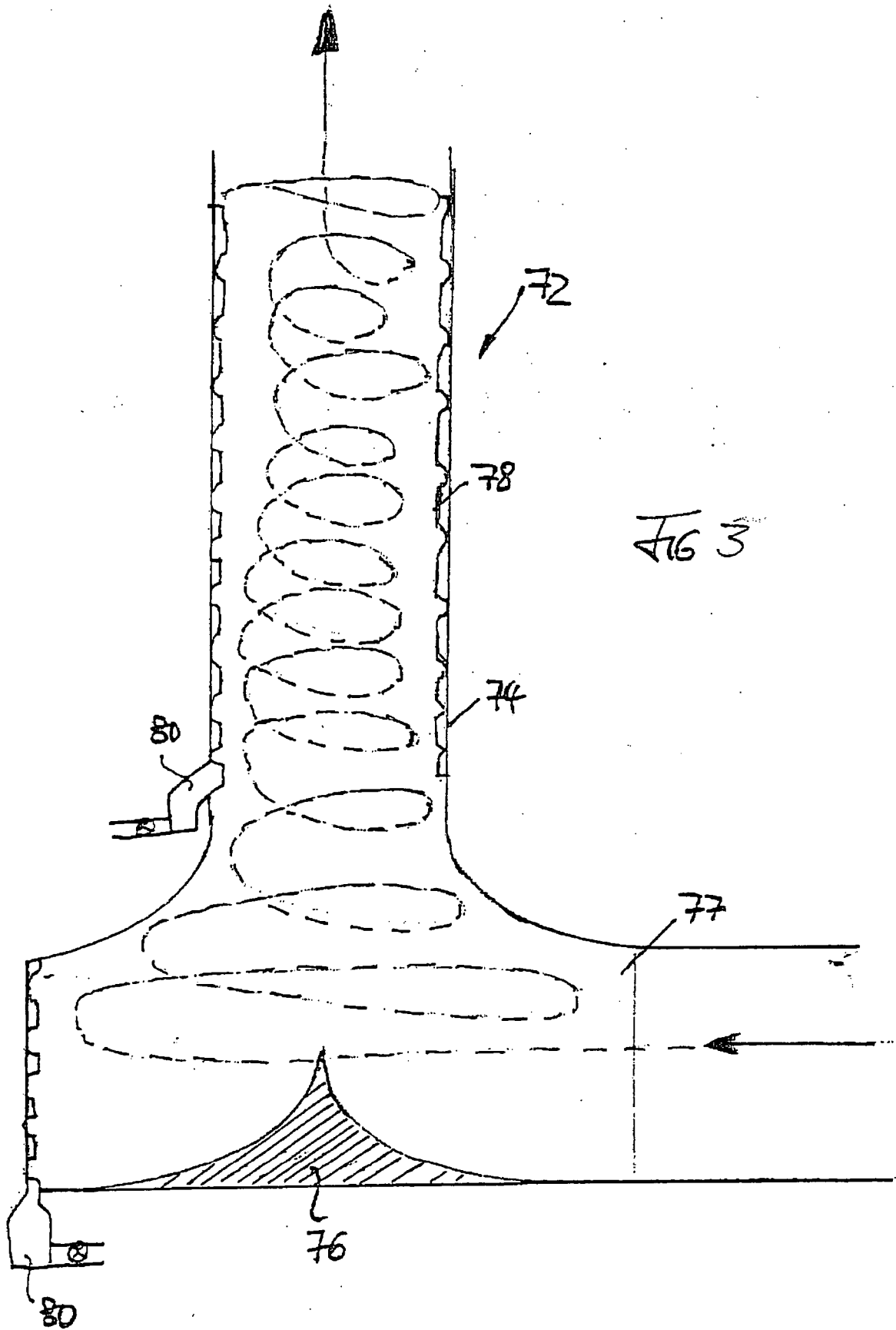


FIG 2



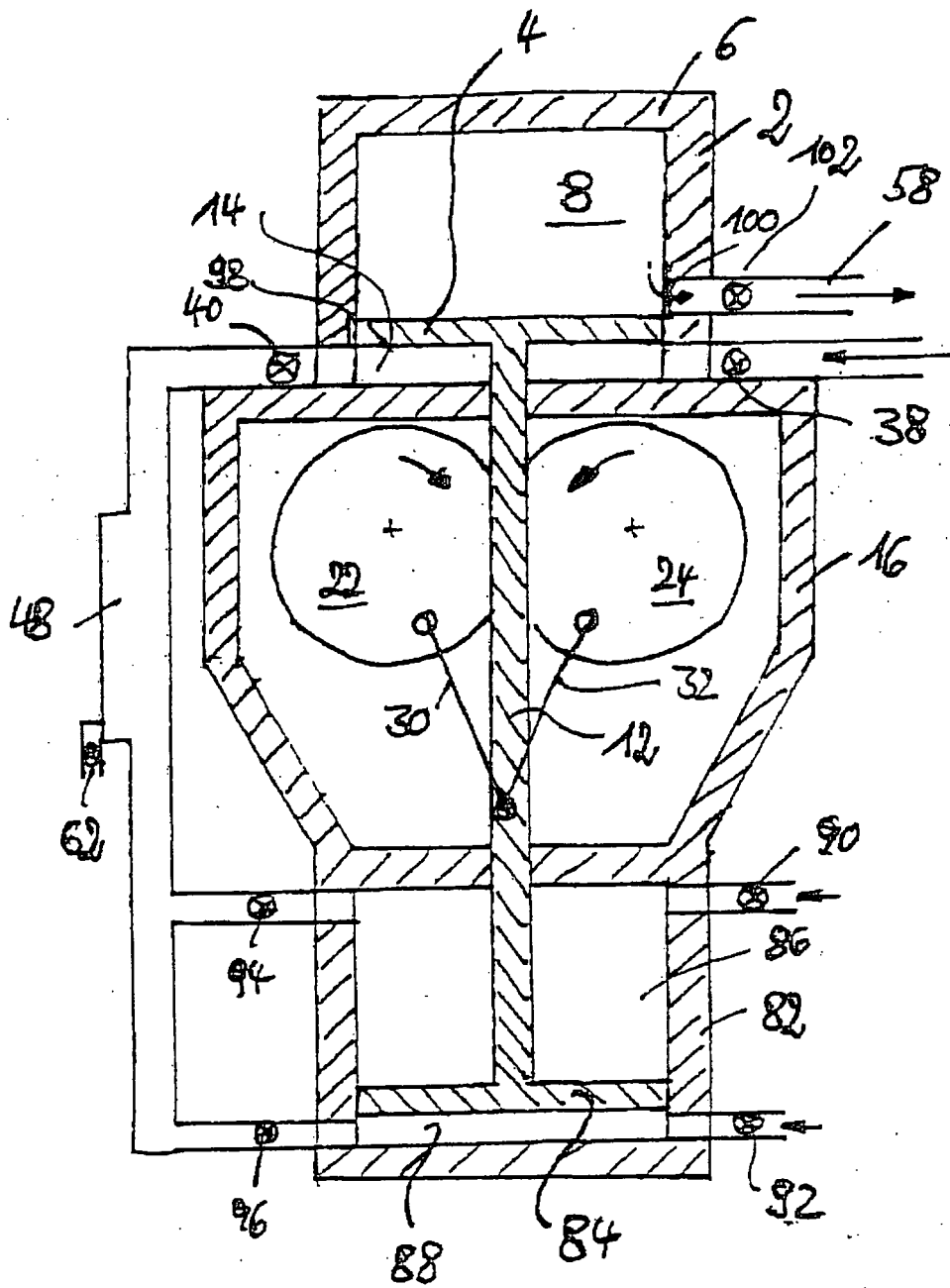
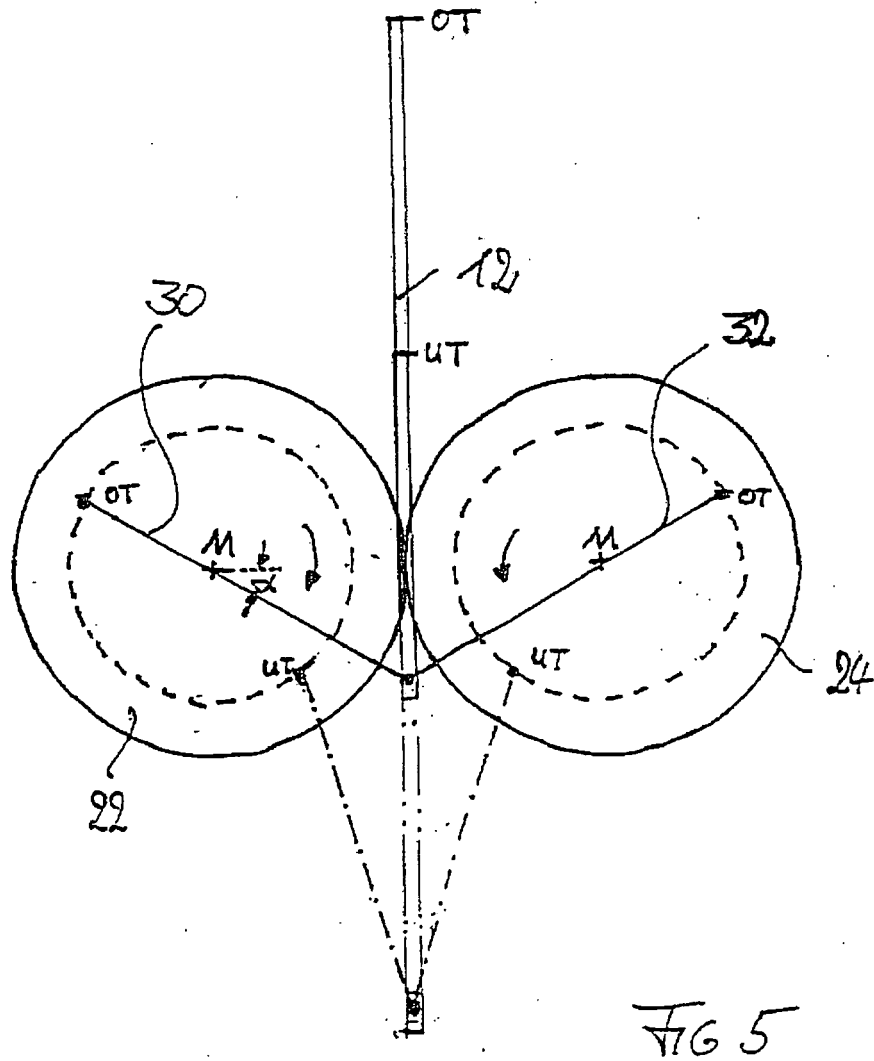


FIG 4



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10247197 A1 [0002] [0006]
- DE 19825490 A1 [0003]
- DE 4027533 C2 [0004]
- DE 19839227 A1 [0005] [0006]
- DE 10247196 B4 [0006]