

\\server2\patorg\$\IB5DUP\DUPLKA\201701\19090001DE2-
2017010893.DOC

Anmelder:
Horst Habermann
Molkenkeller 10
32257 Bünde

19090001DE2

26.01.2018
CME/LMI

**Titel: **Verbrennungsmotor in Freikolbenbauweise mit
Doppelkolben und darin integrierten Auslassventilen****

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solcher Verbrennungsmotor ist aus der DE 198 52 718 A1 bekannt und weist einen Zylinder mit zwei Arbeitsvolumina auf, von denen jedes durch ein Kolbenende eines freilaufenden Doppelkolbens beweglich abgedichtet wird. Ein Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist auch aus der US 2002/0134324 A1 bekannt. Die Druckschrift US 2006/0196456 A1 zeigt einen Verbrennungsmotor mit einem Einlassventil im Kolbenboden jedes Kolbenendes und weiteren Merkmalen des Anspruchs 1. Die Druckschrift US 4 700 667 A zeigt einen Verbrennungsmotor mit einem Auslassventil im Kolbenboden jedes

Kolbenendes und weiteren Merkmalen des Anspruchs 1. Das Auslassventil wird durch eine auf einem Kolbenmittelteil gleitende Hülse gegen die Kraft einer Feder geöffnet.

Die DLR zeigt unter www.youtube.com/watch?v=7HmxNazMJVI einen Freikolbenlineargenerator als range extender für elektrisch angetriebene Kraftfahrzeuge. Dieser Generator weist zwei gegensinnig in einem Zylinder arbeitende Kolben auf. Ein Brennraum liegt zwischen beiden Kolben und weist daher ein variables Volumen auf. Wenn die beiden Kolben aufeinander zulaufen, verringern sie das Volumen. Eine Verbrennung der Brennraumfüllung treibt die beiden Kolben auseinander. Der Wechsel der Brennraumfüllung erfolgt über Schlitze in den Brennraumwänden, die von den Kolben in ihrer maximal auseinander gefahrenen Endposition freigegeben werden. Aufgrund dieses Arbeitsprinzips müssen die Kolbenringe der beiden Kolben bei jedem Wechsel der Brennraumfüllung über die Schlitze hinwegfahren. Das fördert den Verschleiß und hat auch zur Folge, dass die Kolbenringe bei jedem Überfahren der Schlitze eine kleine Menge des an der Zylinderlauffläche anhaftenden Schmierfilms in die Abgasanlage fördern, was die Einhaltung strenger Schadstoffgrenzwerte erschwert.

Zur Vermeidung dieses Nachteils wird das notwendige Spülgefälle bei dem bekannten Freikolbenlineargenerator durch einen Verdichter erzeugt. Dieser Aufbau soll verhindern, dass sich wie bei konventionellen Zweitaktmotoren an Spülschlitzen

Öl sammelt, das unvollständig verbrannt wird und die Kohlenwasserstoffemissionen in die Höhe treibt. Künftig will die DLR mit Kohlenstoffkolben arbeiten, die auch bei mangelnder Schmierung fast reibungsfrei laufen.

Die vorliegende Erfindung unterscheidet sich von diesem Stand der Technik durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Nach diesen Merkmalen ist vorgesehen, dass jedes Kolbenende wenigstens ein in seinem Kolbenboden angeordnetes Auslassventil aufweist und dass der Verbrennungsmotor für jedes Kolbenende wenigstens einen starr mit dem Zylinder verbundenen und zwischen den beiden Kolbenenden angeordneten Ventilbetätigungsanschlag aufweist, der so angeordnet ist, dass bei einer Bewegung eines der Kolbenenden, die ein diesem Kolbenende zugewandtes Arbeitsvolumen vergrößert, das wenigstens eine Auslassventil, das in dem Kolbenboden dieses Kolbenendes angeordnet ist, auf seinen Ventilbetätigungsanschlag aufläuft und dadurch von seinem Ventilsitz abgehoben wird.

Dadurch können die aus der Verbrennung resultierenden Abgase über das geöffnete Auslassventil durch den Kolbenboden hindurch aus dem Arbeitsvolumen abströmen. Ein Schlitz in der Zylinderwand, wie er bei dem oben angegebenen, als range extender dienenden Freikolbenmotor verwendet wird, ist dadurch nicht erforderlich.

Dadurch wird bei der vorliegenden Erfindung auch vermieden, dass ein Kolbenring einen Schlitz überfährt und dabei einen Teil eines Schmierfilms in den Abgasstrom fördert.

Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass jedes Arbeitsvolumen wenigstens ein Einblasventil und ein Kraftstoffdosierventil aufweist.

Bevorzugt ist auch, dass der Doppelkolben für jedes Auslassventil je einen Auslasskanal aufweist.

Bevorzugt ist auch, dass Auslasskanäle vom jeweiligen Kolbenende ausgehend zunächst im Inneren des Doppelkolbens verlaufen und in abgasleitungsindividuelle Abgasstutzen münden, über die das Abgas aus den Doppelkolben und aus dem Zylinder herausgeleitet wird.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Abgasstutzen beider Kolbenenden auf der gleichen Seite des Zylinders aus dem Verbrennungsmotor austreten.

Bevorzugt ist auch, dass die das Abgas ableitenden Stutzen fest mit dem Doppelkolben verbunden sind.

Bevorzugt ist auch, dass der Zylinder auf der Seite des Zylinders, aus der die Stutzen aus dem Zylinder herausragen, eine langlochförmige Ausnehmung aufweist.

Bevorzugt ist auch, dass der Zylinder wenigstens eine weitere langlochförmige Ausnehmung 48 aufweist, durch die ein fest im Doppelkolben 18 sitzender Verbindungsbolzen 38 seitlich aus dem Zylinder 12 herausragt.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass der Verbindungsbolzen einen ersten Teil des Doppelkolbens mit einem zweiten Teil des Doppelkolbens verbindet, wobei der erste Teil das erste Kolbenende und der zweite Teil das zweite Kolbenende aufweist.

Bevorzugt ist auch, dass der Verbrennungsmotor Dichtbleche und Abdeckhauben zur Abdichtung des Zylinders gegenüber der Umgebung aufweist.

Bevorzugt ist auch, dass der Verbrennungsmotor für jede langlochförmige Ausnehmung ein Dichtblech aufweist, das fest mit dem Doppelkolben verbunden ist und welches sich längs der beiden Bewegungsrichtungen des Doppelkolbens und natürlich auch quer dazu mindestens so weit erstreckt, dass es die Ausnehmungen in dem Mantel des Zylinders in jeder Position des Doppelkolbens abdeckt.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass der Form der Dichtbleche angepasste Abdeckhauben fest mit dem Zylinder verbunden sind, wobei die Abdeckhauben

die Dichtbleche abdecken, wobei die langlochförmigen Ausnehmungen frei bleiben.

Bevorzugt ist auch, dass wenigstens einer Ventilbetätigungsanschlätze schwenkbar ist.

Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Figuren jeweils gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 eine Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors;

Figur 2 verschiedene Ansichten eines Zylinders;

Figur 3 dazu korrespondierende Ansichten eines Doppelkolbens;

Figur 4 als Anwendungsbeispiel, einen Freikolbenlineargenerator, der von einem erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor angetrieben wird und;

Figur 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors.

Im Einzelnen zeigt die Figur 1 einen Verbrennungsmotor 10 mit einem rohrförmigen Zylinder 12, der ein erstes Arbeitsvolumen 14 und ein zweites Arbeitsvolumen 16 aufweist. Zwischen den beiden Arbeitsvolumina 14, 16 ist ein freilaufender Doppelkolben 18 angeordnet. Ein erstes Kolbenende 18.1 des Doppelkolbens 18 dichtet das erste Arbeitsvolumen 14 beweglich ab, und ein zweites Kolbenende 18.2 des Doppelkolbens 18 dichtet das zweite Arbeitsvolumen 16 beweglich ab. Zur Verbesserung der Abdichtung weist jedes Kolbenende 18.1, 18.2 wenigstens einen Kolbenring 18.1.1, 18.2.1 auf, der in einer das jeweils betreffende Kolbenende 18.1, 18.2 umlaufenden Nut federnd angeordnet ist und damit den Spalt zwischen Kolbenende 18.1, 18.2 und Zylinderinnenwand 20 abdichtet.

Das erste Kolbenende 18.1 weist wenigstens ein in seinem Kolbenboden 18.1.2 angeordnetes Auslassventil 18.1.3 auf.

Analog dazu weist das zweite Kolbenende 18.2 wenigstens ein in seinem Kolbenboden 18.2.2 angeordnetes Auslassventil 18.2.3 auf. Die beiden Kolbenenden 18.1 und 18.2 des Doppelkolbens 18 sind durch ein Kolbenmittelteil 18.3 starr miteinander verbunden. Für jedes Kolbenende 18.1, 18.2 weist der Verbrennungsmotor 10 wenigstens einen starr mit dem Zylinder 12 verbundenen und zwischen den beiden Kolbenenden 18.1 und 18.2 angeordneten Ventilbetätigungsanschlag 12.1, 12.2 auf. Der Ventilbetätigungsanschlag 12.1, 12.2 ist jeweils so angeordnet, dass jedes Auslassventil 18.1.2, 18.2.3 bei einer ein Arbeitsvolumen 14, 16 des Zylinders 12 vergrößernden Bewegung des Kolbenendes 18.1 und 18.2, in dessen Boden das Auslassventil 18.1.3, 18.2.3 angeordnet ist, auf den Ventilbetätigungsanschlag 12.1, 12.2 aufläuft und dadurch von seinem Ventilsitz abhebt. Jedes Auslassventil ist in einer Führungsbohrung geführt, deren auslassventilseitige Öffnung eine zum Beispiel eingeschraubte Lagerhülse aufweist, in der ein Schaft 21 des Auslassventils gleitend geführt ist. Der Durchmesser des Schaftes ist kleiner als der Durchmesser der Bohrung, so dass die Lagerhülse radial einwärts in die lichte Weite der Bohrung hineinragt. Auf diese Weise entsteht ein radial einwärts in die Bohrung hineinragender Kragen. Dieser Kragen bildet in einer bevorzugten Ausgestaltung einen Anschlag für einen den Schaft umlaufenden, radial aus dem Schaft herausragenden Vorsprung. Das Auslassventil kann daher nur soweit von seinem Sitz abgehoben werden, bis der Vorsprung an den Kragen anstößt.

Jedes Arbeitsvolumen 14, 16 weist wenigstens ein Einblasventil 22, 24 auf, das phasensynchron zur Bewegung des Doppelkolbens 18 geöffnet und geschlossen wird. Das Einblasventil 22, 24 ist zum Beispiel ein elektromagnetisch betätigbares Ventil, das von einem Steuergerät des Verbrennungsmotors 10 gesteuert wird. Die dem Arbeitsvolumen 14, 16 abgewandte Seite des Einblasventils 22, 24 ist mit einem unter Druck stehenden Frischluftreservoir verbunden. Der Druck wird zum Beispiel durch einen vom Verbrennungsmotor 10 angetriebenen Kompressor erzeugt.

Jeder Zylinder weist darüber hinaus ein Kraftstoffdosierventil 26, 28 auf, das ebenfalls phasensynchron zur Bewegung des Doppelkolbens 18 geöffnet und geschlossen wird. Das Kraftstoffdosierventil 26, 28 ist zum Beispiel ein elektromagnetisch betätigbares Ventil, das von einem Steuergerät des Verbrennungsmotors 10 gesteuert wird. Bei dem Kraftstoff handelt es sich um einen gasförmigen Kraftstoff wie Erdgas oder Wasserstoff, oder um einen flüssigen Kraftstoff wie LPG, Benzin oder Diesel, der auf der den Arbeitsvolumina 14, 16 abgewandten Seiten der Kraftstoffdosierventile 26, 28 unter Druck stehend bereitgestellt wird. Der Druck wird bei Benzin und Diesel zum Beispiel durch Kraftstoffpumpen erzeugt und bei gasförmigen Kraftstoffen bereits beim Befüllen eines Vorratsbehälters erzeugt. Verbrennungen von komprimierten Füllungen der Arbeitsvolumina 14, 16 mit einem Gemisch aus

Kraftstoff und Luft werden entweder durch Selbstzündung als Folge einer Kompression oder durch Fremdzündung mit je einer in jedes der beiden Arbeitsvolumina hineinragenden Zündkerze 30, 32 eingeleitet, wobei die Auslösung von Fremdzündungen durch das Steuergerät gesteuert wird.

Bei einer Verbrennung einer Füllung des ersten Arbeitsvolumens 14 wird das zugehörige erste Kolbenende 18.1 nach innen (in der Figur 1 nach rechts) getrieben. Das zweite Kolbenende 18.2 wird gleichzeitig nach außen getrieben (in der Figur 1 ebenfalls nach rechts) und verdichtet die Füllung des zweiten Arbeitsvolumens 16. Figur 1 zeigt einen Zustand, bei dem sich der Doppelkolben etwa in einem linken Totpunkt befindet.

Kurz vor dem Erreichen dieser Totpunktlage des Doppelkolbens 18 ist das Auslassventil 18.2.3 des zweiten Kolbenendes 18.2 nach links auf seinen Ventilbetätigungsanschlag 12.2 aufgelaufen, so dass sich das Auslassventil 18.2.3 relativ zu dem Zylinder 12 nicht mehr weiter nach links bewegen kann. Da das zweite Kolbenende 18.2 aber noch ein kleines Stück weiter in seine innere Totpunktlage weitergelaufen ist, wurde das Auslassventil 18.2.3 von seinem sich mit dem Kolbenende 18.2 weiter nach links bewegenden Ventilsitz abgehoben. Durch den dann freiwerdenden Öffnungsquerschnitt entweichen die Restgase der verbrannten Brennraumfüllung aus dem zweiten Arbeitsvolumen 16. Die Auslassventile weisen jeweils einen

Schaft 21 auf, der jeweils in einer Längsbohrung 23 des Kolbens 18 aufgenommen ist.

In dem Ausführungsbeispiel, das in der Figur 1 dargestellt ist, weist der Doppelkolben für jedes Auslassventil 18.1.3, 18.2.3 je einen Auslasskanal 19 auf, durch den die Restgase 34 abgeleitet werden. Die Auslasskanäle verlaufen vom jeweiligen Kolbenende ausgehend zunächst im Inneren des Kolbens und münden in abgasleitungsindividuelle Abgasstutzen, über die das Abgas aus dem Doppelkolben und aus dem Zylinder herausgeleitet wird. Die Abgasstutzen beider Kolbenenden treten auf der gleichen Seite des Zylinders aus dem Verbrennungsmotor aus.

In zeitlicher Überschneidung mit der Öffnung des Auslassventils 18.2.3 wird das Einblasventil 24 des zweiten Arbeitsvolumens 16 geöffnet, und unter Druck stehende Frischluft 36 wird in das Arbeitsvolumen 16 eingeblasen. Das Arbeitsvolumen 16 wird somit mit Frischluft gespült. Die Frischluft kann selbstverständlich auch intern oder extern zurückgeführtes Abgas enthalten, um die Stickoxid-Rohemissionen des Verbrennungsmotors 10 zu verringern.

Bei einer Umkehr der Bewegungsrichtung des Doppelkolbens 18, die durch eine Verbrennung der Füllung des ersten Arbeitsvolumens 14 ausgelöst und angetrieben wird, schließt sich das Auslassventil 18.2.3 des zweiten Arbeitsvolumens durch den sich als Folge der Lufteinblasung einstellenden

Überdruck im Arbeitsvolumen 16. In zeitlicher Nähe dazu wird auch das Einblasventil 24 geschlossen, so dass das dann nach rechts außen laufende zweite Kolbenende 18.2 die Füllung des zweiten Arbeitsvolumens 16 verdichtet.

Anschließend wird über das Kraftstoffdosierventil 28 Kraftstoff in das zweite Arbeitsvolumen 16 eingespritzt und die resultierende Brennraumfüllung gezündet. Die Zündung erfolgt zum Beispiel mit der Zündkerze 32 oder als Selbstzündung als Folge der Verdichtung. Im Ergebnis führt der Doppelkolben 18 eine in der Richtung der Achse des Zylinders 12 oszillierende Translationsbewegung aus. Da bei diesem Motor ein Verbrennungstakt bei jeder zweiten Richtungsumkehr ein und desselben Kolbenendes auftritt, handelt es sich um einen Zweitaktmotor.

Die beim Betrieb des Verbrennungsmotors 10 erzeugte mechanische Energie kann über einen Verbindungsbolzen 38, der im Doppelkolben 18 fest sitzt und seitlich, das heißt quer zur Bewegungsrichtung des Doppelkolbens, aus dem Zylinder 12 herausragt, abgenommen werden.

Die bei diesem Betrieb zu erwartenden Schwingungen in Richtung der Kolbenbewegung lassen sich dadurch vermeiden, dass eine zweite Motoreinheit, die um 180° gedreht ist, direkt hinter der ersten Motoreinheit montiert wird. Die beiden Motoren werden synchronisiert betrieben.

Die das Abgas ableitenden Stutzen 42, 44 sind fest mit dem Doppelkolben 18 verbunden und führen daher die gleiche oszillierende Translationsbewegung wie der Doppelkolben 18 aus.

Auf der Seite des Zylinders 12, aus der die Stutzen 42, 44 aus dem Zylinder 12 herausragen, weist der Zylinder eine entsprechend große langlochförmige Ausnehmung 46 auf. Darüber hinaus weist der Zylinder wenigstens eine weitere langlochförmige Ausnehmung 48 auf, durch die ein fest im Doppelkolben 18 sitzender Verbindungsbolzen 38 seitlich aus dem Zylinder 12 herausragt, um einen Abtrieb des Verbrennungsmotors 10 zu ermöglichen. Der Verbindungsbolzen verbindet in einem Ausführungsbeispiel einen ersten Teil des Doppelkolbens 18 mit einem zweiten Teil des Doppelkolbens 18, wobei der erste Teil zum Beispiel das erste Kolbenende 18.1 und der zweite Teil das zweite Kolbenende 18.2 aufweist.

Der Verbrennungsmotor 10 weist Dichtbleche 50 und Abdeckhauben 52 zur Abdichtung des Zylinders 12 gegenüber der Umgebung auf. Die Innenwand 20 des Zylinders 12, die als Lauffläche für die Kolbenenden 18.1, 18.2 dient, wird in einer bevorzugten Ausgestaltung mit Öl geschmiert, das zum Beispiel in kleinen Mengen mit Hilfe einer Zuleitung in den zwischen den Kolbenenden 18.1, 18.2 liegenden Innenraum des Zylinders 12 eingeführt wird und durch eine Rückleitung wieder in eine

Ölwanne zurückgeführt wird. Um zu verhindern, dass Öl über eine der Langloch-förmigen Ausnehmungen 46, 48 in die Umgebung gelangt, weist der Verbrennungsmotor 10 für jede langlochförmige Ausnehmung ein Dichtblech auf, das fest mit dem Doppelkolbenverbunden ist und welches sich längs der beiden Bewegungsrichtungen des Doppelkolbens und natürlich auch quer dazu mindestens so weit erstreckt, dass es die Ausnehmungen 46, 48 in dem Mantel des Zylinders 12 in jeder Position des Doppelkolbens 18 abdeckt.

Besonders bevorzugt ist eine nochmals verbesserte Abdichtung, bei der der Form der Dichtbleche 50 angepasste Abdeckhauben 52 fest mit dem Zylinder 12 verbunden sind, Die Abdeckhauben 52 decken die Dichtbleche 50 ab, lassen dabei aber die langlochförmigen Ausnehmungen 46, 48 frei. Figur 1 zeigt stellvertretend für sämtliche Langlöcher 46, 48 ein Dichtblech 50 und eine zugehörige Abdeckhaube 52 für die Ausnehmung 46, aus der die Stutzen 42, 44 herausragen.

Figur 2 zeigt verschiedene Ansichten des Zylinders 12. Figur 2a zeigt eine Draufsicht mit der Öffnung 46, durch die das Abgas herausgeführt wird. Der Öffnung 46 gegenüber liegen die Ventilbetätigungsanschlänge 12.1 und 12.2.

Figur 2b zeigt einen Längsschnitt einer Seitenansicht des Zylinders 12 mit den Ventilbetätigungsanschlängen 12.1 und 12.2 und dem Langloch 48, durch das der zum Abtrieb dienende

Verbindungsbolzen 38 aus dem Zylinder 12 herausragt. Figur 2c zeigt eine Stirnfläche des Zylinders 12. Figur 2d zeigt einen Querschnitt des Zylinders 12. Figur 2e zeigt eine Ansicht der der Öffnung 46 gegenüber liegenden Seite des Zylinders 12, die in der Figur 1 eine Unterseite ist.

Figur 3 zeigt dazu korrespondierende Ansichten eines Doppelkolbens 18. Im Einzelnen zeigt Figur 3a eine Draufsicht auf die Seite des Kolbens 18, aus der die Abgasstutzen 42, 44 herausragen. Figur 3b zeigt eine Seitenansicht, und Figur 3c zeigt eine Ansicht der Seite des Kolbens 18, die der mit Abgasstutzen 42, 44 versehenen Seite gegenüber liegt und in der Nuten 49 für die Aufnahme der Ventilbetätigungsanschlüsse 12.1 und 12.2 sichtbar sind. Figur 3d zeigt einen Längsschnitt durch den Doppelkolben 18. Figur 3e zeigt einen Querschnitt des Kolbens 18, in dem der Öffnungsquerschnitt des Auslassventils, sowie ein Querschnitt des Abgaskanals 19 und ein Querschnitt der den Schaft des Auslassventils aufnehmenden Längsbohrung 23 sichtbar ist. Figur 3 f zeigt einen durch den Abgasstutzen 42 verlaufenden Querschnitt.

Der Zylinder besteht aus einem rechteckigen Rohr, dessen Außenmantel so dick ist, dass er den in den Arbeitsvolumina auftretenden Verbrennungsdrücken standhält. In dieses Rohr ist in einer Ausgestaltung auf jeder Seite eine Laufbuchse eingebaut, in der dann eines der beiden Kolbenenden läuft. Auf der Oberseite befindet sich ein rechteckiger, bzw.

langlochförmiger Durchbruch, aus dem die Abgasstutzen des Kolbens herausragen. In der Mitte des Kolbens bleibt Platz für die Nuten zur Aufnahme der Ventilbetätigungsanschlänge, die innen an die Unterseite des Zylinders montiert werden. An den beiden Stirnseiten werden, nach dem Einbau des Kolbens, Abschlussplatten montiert, an den jeweils eine Zündvorrichtung, eine Lufteinblasventil und ein Kraftstoffdosierventil montiert sind.

Das Neue an diesem Motor ist das in den Kolben, beziehungsweise in den jeweiligen Kolbenboden 18.1.2, 18.2.2 integrierte Auslassventil 18.1.3, 18.2.3 in Verbindung mit dem starr mit dem Zylinder 12 verbundenen Ventilbetätigungsanschlag 12.1, 12.2. Dadurch lässt sich das jeweilige Arbeitsvolumen 14, 16 mit den Kolbenenden 18.1, 18.2, die mit herkömmlichen Kolbenringen versehen sind, abdichten. Damit lässt sich auch das Schmieren des Kolbens über eine einfache Niederdruckschmierung verwirklichen. Eine Verschleiß fördernde Bewegung, bei der Kolbenringe über Öffnungen in der Zylinderinnenwand 20 hinweg gleiten müssen, entfällt. Dadurch, dass das Einblasventil und das Auslassventil an in Richtung der Kolbenbewegung an jeweils entgegengesetzten Enden eines Arbeitsvolumens angeordnet sind, kann das Arbeitsvolumen sehr effektiv mit Frischluft gespült werden. Dadurch, dass ein vollständiger Arbeitstakt eines Arbeitsvolumens nur eine Auswärtsbewegung (Verdichten) und eine Einwärtsbewegung (Verbrennen, bzw. Arbeiten) umfasst,

finden die Arbeitstakte doppelt so häufig wie bei einem herkömmlichen Viertaktmotor statt. Dadurch ergibt sich ein kleiner Bauraum und eine große Leistungsdichte (Leistung geteilt durch Hubraum) bei geringem Gewicht.

Der Motor zeichnet sich durch eine extrem geringe Zahl von beweglichen Teilen aus, was die Fertigung und Ersatzteillagerhaltung vereinfacht und die Robustheit erhöht. Durch Kombination von mehreren Motoreinheiten, die man wahlweise ein- oder ausschaltet, lässt sich die Leistung an den Bedarf anpassen.

Mit der erzeugten Energie wird zum Beispiel ein Akkumulator geladen, über der dann einen Elektromotor ein Fahrzeug antreibt. Die Motorleistung sollte so hoch sein, dass bei max. Leistung der max. Energiebedarf des Fahrzeuges abgedeckt wird. Die Batteriekapazität, die über die Generatoren und den Elektroantriebsmotor geladen werden, sollte, aus Gewichtsgründen, so klein wie möglich sein.

Figur 4 zeigt als Anwendungsbeispiel schematisch einen Freikolbenlineargenerator 100, der von einem erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor 10 angetrieben wird. Für den Antrieb des Lineargenerators 100 weist der Verbrennungsmotor bevorzugt einen Verbindungsbolzen 38 auf, der im Doppelkolben 18 fest sitzt und sich quer zu der Bewegungsrichtung x des Doppelkolbens 18 erstreckt. Jedes seitlich aus dem Zylinder 12

ragende Ende des Verbindungsbolzens 38 ist so mit einem ersten Träger 102 verbunden, dass eine translatorische Bewegung des Doppelkolbens 18 eine translatorische Bewegung des ersten Trägers 102 hervorruft. Ein zweiter Träger 104 ist starr mit dem Zylinder 12 des Verbrennungsmotors 10 verbunden, so dass sich im Betrieb des Verbrennungsmotors 10 eine in x-Richtung translatorisch oszillierende Relativbewegung zwischen dem ersten Träger 102 und dem zweiten Träger 104 ergibt.

In einer Ausgestaltung ist wenigstens ein Magnet 106 starr mit dem ersten Träger 102 verbunden, und wenigstens eine Zylinderspule 108 ist starr mit dem zweiten Träger 104 verbunden und damit ortsfest in Bezug auf den Zylinder 12 angeordnet. Diese Komponenten sind relativ zueinander so angeordnet, dass die Dipolachse des Magneten 106 und die Achse der Zylinderspule 108 parallel zu der Bewegungsrichtung x des Doppelkolbens 18 ausgerichtet sind und dass sich der Magnet 106 längs der Achse einer Zylinderspule 108 innerhalb der Zylinderspule 108 bewegt. Durch die Relativbewegung wird eine Wechselspannung in der Spule 108 induziert.

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors 10, das sich durch verstellbare Ventilbetätigungsanschlüsse 110, 112 auszeichnet. Jeder Ventilbetätigungsanschlag 110, 112 weist bei diesem Ausführungsbeispiel ein proximales Ende 110.1, 112.1 und ein distales Ende 110.2, 112.2 auf. Das jeweils distale Ende

110.2, 112.2 ist über eine Drehlagerung 114, 116 so mit dem Zylinder 12 verbunden, dass das proximale Ende 110.1, 112.1 eine Schwenkbewegung um die Drehachse der Drehlagerung 114, 116 ausführen kann. Die Drehachsen der Drehlagerungen 114, 116 liegen senkrecht zur Bewegungsrichtung des Doppelkolbens 18. Die beiden Ventilbetätigungsanschlätze 110, 112 liegen sich in einer Ebene gegenüber. Die Schwenkstellung der beiden Ventilbetätigungsanschlätze 110, 112 ist zwischen wenigstens zwei Schwenkstellungen umschaltbar. In einer ersten Schwenkstellung sind die proximalen Enden 110.1, 112.1 der Ventilbetätigungsanschlätze 110, 112 in Richtung der Kolbenbewegung so weit nach innen geschwenkt, dass die Ventilschäfte 21 der Auslassventile 18.1.3, 18.2.3 auch in den Umkehrpositionen des Doppelkolbens 18 nicht auf die proximalen Enden 110.1, 112.1 der Ventilbetätigungsanschlätze 110, 112 auflaufen. Die Auslassventile 18.1.3, 18.2.3 öffnen dann nicht. In einer zweiten Schwenkstellung sind die proximalen Enden 110.1, 112.1 der Ventilbetätigungsanschlätze 110, 112 so weit nach außen geschwenkt, dass die Ventilschäfte 21 der Auslassventile 18.1.3, 18.2.3 bei hin- und herlaufendem Doppelkolben 18 auf die proximalen Enden 110.1, 112.1 der Ventilbetätigungsanschlätze 110, 112 auflaufen, so dass die Ventile 18.1.3, 18.2.3 öffnen. Das Umschalten zwischen den beiden Schwenkstellungen erfolgt bei dem zweiten Ausführungsbeispiel durch einen Hubmagneten 118, der mit einem proximalen Ende 120 starr an dem Zylinder 12 befestigt ist und dessen distales Ende 122 ein Haltegestell 124 in Bezug auf den

Zylinder 12 radial einwärts und auswärts bewegen kann. An einem im Zylinder 12 liegenden Ende des Haltegestells 124 befindet sich ein starr mit dem Haltegestell 124 verbundener Stößel 126, der sich parallel zu der Bewegungsrichtung des Doppelkolbens 18 erstreckt und mit seinen Enden an Führungsflächen 130 der Ventilbetätigungsanschlüsse 110, 112 anliegt. Dabei ist bevorzugt, dass die Stößelenden mit Rollen 128 ausgestaltet sind, die an den Führungsflächen 130 der Ventilbetätigungsanschlüsse 110, 112 abrollen können. Die Führungsflächen 130 liegen einander gegenüber und sind so geformt, dass sich die proximalen Enden 110.1, 112.1 der Ventilbetätigungsanschlüsse 110, 112 aufeinander zu in die erste Schwenkstellung bewegen, wenn das Haltegestell 124 radial einwärts bewegt wird und sich auseinander in die zweite Schwenkstellung bewegen, wenn das Haltegestell 124 radial auswärts bewegt wird. Die zweite Schwenkstellung ist bei der gezeigten Ausgestaltung dadurch definiert, dass die Ventilbetätigungsanschlüsse 110, 112 an Begrenzungsanschlüssen 132 anliegen.

Um den Verbrennungsmotor 10 gezielt zu stoppen, wird das Haltegestell 124 durch Ansteuern des Hubmagneten 118 in die erste Schwenkstellung bewegt. Dann öffnen sich die Auslassventile 18.1.3, 18.2.3 nicht, so dass das Abgas aus dem einen Arbeitsvolumen 14 oder 16 nicht entweichen kann. Gleichzeitig wird die Zündung unterbrochen, so dass die voll komprimierte Füllung des jeweils anderen Arbeitsvolumens 16

oder 14 nicht zündet. Der gestoppte Motor 10 kann dann einfach durch Auslösen der Zündung und Verstellen des Haltegestells 124 in die zweite Schwenkstellung wieder gestartet werden. Auf diese Weise kann der Verbrennungsmotor 10 so wie ein getaktetes Netzteil getaktet betrieben werden.

In einer alternativen Ausgestaltung ist nur einer der beiden Ventilbetätigungsanschlänge 110, 112 schwenkbar ausgestaltet. Der jeweils andere der beiden Ventilbetätigungsanschlänge 112, 110 ist dann starr, d.h nicht schwenkbar, mit dem Zylinder 12 verbunden, wie es in der Figur 1 dargestellt ist. An Stelle eines Hubmagneten kann auch ein anderer elektromagnetischer Steller, beispielsweise ein Schrittmotor zur Verstellung des Haltegestells verwendet werden. Der Steller kann auch als pneumatisch oder hydraulisch Steller ausgeführt sein.

Es ist auch eine wassergekühlte Variante denkbar. Bei einer solchen Variante bleibt der zu den beiden Brennräumen wasserdicht abgedichtete Zwischenraum, bis auf die Verbindungsstreben zwischen den beiden Brennkammern, geöffnet. So ist es möglich den kompletten Motor in einen Wasserkühler zu tauchen und so optimal zu kühlen. Das Abdichten der beiden Brennräume wird über zusätzliche Zylinderabdichtringe realisiert, die fest mit dem Zylinder verbunden sind. Dadurch wird der Kolbenverbindungsteil, der in dieser Variante rund ausgeführt ist, zum Zwischenraum wasserdicht abgedichtet. Die Verbindungsstege, von denen bevorzugt mindesten vier vorhanden

sind, werden als Rohre ausgeführt, so dass in den beiden oberen Verbindungsrohren ein Luft-Druckausgleich zwischen den beiden Brennkammern stattfinden kann und in den unteren beiden Rohren das Öl zwischen den beiden Brennräumen hin und her transportiert wird und so ein zusätzlicher Ölkühler entsteht.

Die weiter oben beschriebene weitere langlochförmige Ausnehmung 48, durch die ein fest im Doppelkolben 18 sitzender Verbindungsbolzen 38 seitlich aus dem Zylinder 12 herausragt, würde in der wassergekühlten Variante entfallen. Entfallen würden auch die oben beschriebenen, zur Abdichtung des Zylinders gegenüber der Umgebung dienenden Dichtbleche und Abdeckhauben.

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor (10), der einen Zylinder (12) mit zwei Arbeitsvolumina (14, 16) aufweist, von denen jedes durch ein Kolbenende (18.1, 18.2) eines freilaufenden Doppelkolbens (18) beweglich abgedichtet wird, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Kolbenende (18.1, 18.2) wenigstens ein in seinem Kolbenboden (18.1.2, 18.2.2) angeordnetes Auslassventil (18.1.3, 18.2.3) aufweist und dass der Verbrennungsmotor (10) für jedes Kolbenende (18.1, 18.2) wenigstens einen starr mit dem Zylinder (12) verbundenen und zwischen den beiden Kolbenenden (18.1, 18.2) angeordneten Ventilbetätigungsanschlag (12.1, 12.2) aufweist, der so angeordnet ist, dass bei einer Bewegung eines der Kolbenenden (18.1, 18.2), die ein diesem Kolbenende (18.1, 18.2) zugewandtes Arbeitsvolumen (14, 16) vergrößert, das wenigstens eine Auslassventil (18.1.3, 18.2.3), das in dem Kolbenboden (18.1.2, 18.2.2) dieses Kolbenendes (18.1, 18.2) angeordnet ist, auf seinen Ventilbetätigungsanschlag (12.1, 12.2) aufläuft und dadurch von seinem Ventilsitz abgehoben wird.
2. Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Arbeitsvolumen (14, 16) wenigstens ein Einblasventil (22, 24) und ein Kraftstoffdosierventil (26, 28) aufweist.

3. Verbrennungsmotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Doppelkolben (18) für jedes Auslassventil (18.1.3, 18.2.3) je einen Auslasskanal (19) aufweist
4. Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslasskanäle (19) vom jeweiligen Kolbenende (18.1, 18.2) ausgehend zunächst im Inneren des Doppelkolbens (18) verlaufen und in abgasleitungsindividuelle Abgasstutzen münden (42, 44) , über die das Abgas aus dem Doppelkolben (18) und aus dem Zylinder (12) herausgeleitet wird.
5. Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasstutzen (42, 44) beider Kolbenenden (18.1, 18.2) auf der gleichen Seite des Zylinders (12) aus dem Verbrennungsmotor (10) austreten.
6. Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die das Abgas ableitenden Stutzen (42, 44) fest mit dem Doppelkolben (18) verbunden sind.
7. Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (12) auf der Seite des Zylinders (12), aus der die Abgasstutzen (42, 44) aus dem Zylinder (12) herausragen, eine langlochförmige Ausnehmung (46) aufweist.

8. Verbrennungsmotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (12) wenigstens eine weitere langlochförmige Ausnehmung (48) aufweist, durch die ein fest im Doppelkolben (18) sitzender Verbindungsbolzen (38) seitlich aus dem Zylinder (12) herausragt.
9. Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungsbolzen (38) einen ersten Teil des Doppelkolbens (18) mit einem zweiten Teil des Doppelkolbens (18) verbindet, wobei der erste Teil das erste Kolbenende (18.1) und der zweite Teil das zweite Kolbenende (18.2) aufweist.
10. Verbrennungsmotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er Dichtbleche (50) und Abdeckhauben (52) zur Abdichtung des Zylinders (12) gegenüber der Umgebung aufweist.
11. Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor (10) für jede langlochförmige Ausnehmung (46, 48) ein Dichtblech (50) aufweist, das fest mit dem Doppelkolben (18) verbunden ist und welches sich längs der beiden Bewegungsrichtungen des Doppelkolbens (18) und auch quer dazu mindestens so weit erstreckt, dass es die Ausnehmungen (46, 48) in dem Zylinder (12) in jeder Position des Doppelkolbens (18) abdeckt.

12. Verbrennungsmotor(10) nach Anspruch 11 dadurch gekennzeichnet, dass der Form der Dichtbleche (50) angepasste Abdeckhauben (52) fest mit dem Zylinder (12) verbunden sind, wobei die Abdeckhauben (52) die Dichtbleche (50) abdecken, wobei die langlochförmigen Ausnehmungen (46, 48) frei bleiben.

13. Verbrennungsmotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Ventilbetätigungsanschlätze (12.1, 12.2) schwenkbar ist.

Zusammenfassung

Vorgestellt wird ein Verbrennungsmotor, der einen Zylinder mit zwei Arbeitsvolumina aufweist, von denen jedes durch ein Kolbenende eines freilaufenden Doppelkolbens beweglich abgedichtet wird. Der Verbrennungsmotor zeichnet sich dadurch aus, dass jedes Kolbenende wenigstens ein in seinem Kolbenboden angeordnetes Auslassventil aufweist und dass der Verbrennungsmotor für jedes Kolbenende wenigstens einen starr mit dem Zylinder verbundenen und zwischen den beiden Kolbenenden angeordneten Ventilbetätigungsanschlag aufweist, der so angeordnet ist, dass bei einer Bewegung eines der Kolbenenden, die ein diesem Kolbenende zugewandtes Arbeitsvolumen vergrößert, das wenigstens eine Auslassventil, das in dem Kolbenboden dieses Kolbenendes angeordnet ist, auf seinen Ventilbetätigungsanschlag aufläuft und dadurch von seinem Ventilsitz abgehoben wird.

(Figur 1)

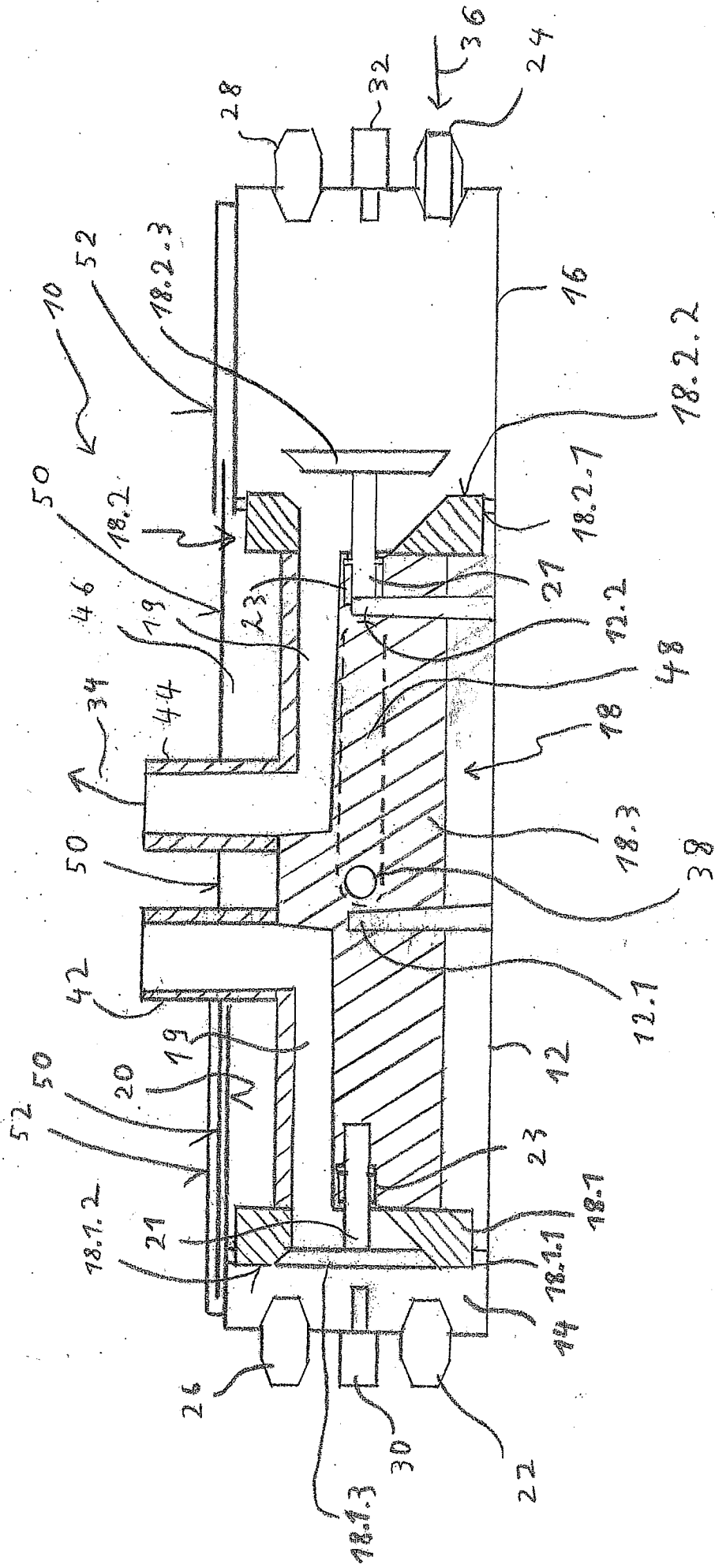


Fig. 7

