



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.04.2020 Patentblatt 2020/16

(51) Int Cl.:
F01B 11/00 (2006.01) F02B 71/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19198277.6**

(22) Anmeldetag: **19.09.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder: **Berthold, Heinz**
2454 Sarasdorf (AT)

(74) Vertreter: **Vinazzner, Edith**
Hölzlgasse 64-68/1
3400 Klosterneuburg (AT)

(30) Priorität: **08.10.2018 AT 508652018**

(71) Anmelder: **Berthold, Heinz**
2454 Sarasdorf (AT)

(54) **FREIKOLBENMOTOR**

(57) Freikolbenmotor in zylindrisch-gestreckter, zweiseitig-symmetrischer Bauweise mit einem stationären Basisteil (1) und zwei gleich gestalteten Motorhälften mit je einer Brennkammer (C) sowie mit einem innerhalb des Basisteils (1) gleitbeweglichen, eine Kolbenstange (8) aufweisenden Schwingkörper (6) und Verdichterkammern (B) zwischen der Kolbenstange (8) und dem Basisteil (1).

Die Kolbenstange (8) ist mit ihren Enden an je einen Becherkolben (19) gekoppelt, welcher jeweils eine der Brennkammern (C) mitumschließt und gemeinsam mit dem jeweiligen Kolbenstangenende ein Ventil (9) bildet, wobei jeder Becherkolben (19) in einer zum Basisteil (1)

gehörenden Laufhülse (3) und auf einem die Brennkammer (C) mitumschließenden zum Basisteil (1) gehörenden Zylinder (22) einer Zylinderplatte (5) gelagert ist, welcher gemeinsam mit der Laufhülse (3) jeweils eine Dämpferkammer (D) umschließt, in welche beim Betrieb des Motors Luft angesaugt wird, wobei sich an jedem Kolbenstangenende der Kolbenstange (8) zumindest eine Bohrung (8a) befindet, welche eine Einspritzdüse (8b) bildet, über welche jeweils im Bereich des unteren Totpunktes und bei geöffnetem Ventil (9) Kraftstoff, der sich mit im Bereich des Ventils (9) zugeführter Luft vermischt, in die jeweilige Brennkammer (C) gelangt.

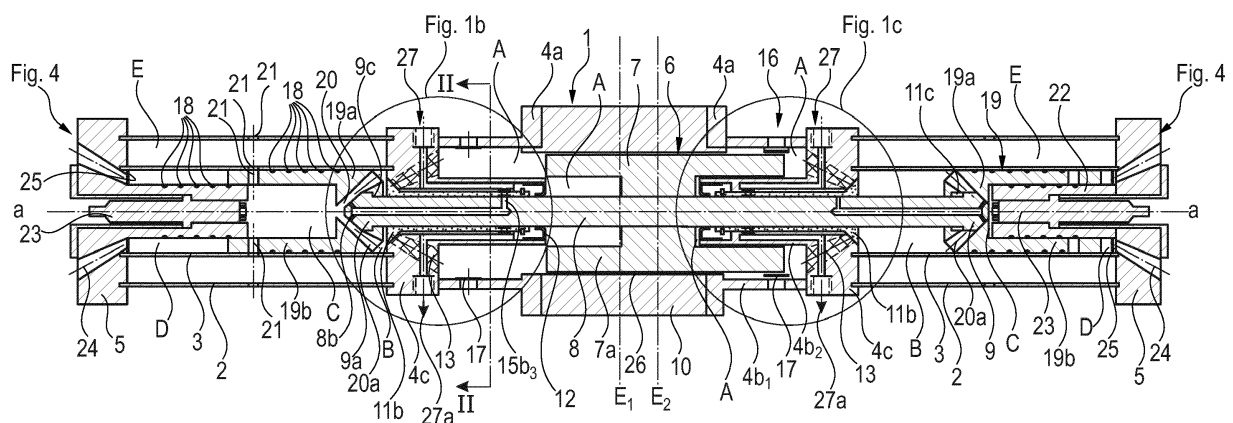


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Freikolbenmotor in zylindrisch-gestreckter, zweiseitig-symmetrischer Bauweise mit einem stationären Basisteil und zwei gleich gestalteten Motorhälften mit je einer Brennkammer sowie mit einem innerhalb des Basisteils gleitbeweglichen, eine Kolbenstange aufweisenden Schwingkörper und Verdichter-kammern zwischen der Kolbenstange und dem Basisteil.

[0002] Ein derartiger Freikolbenmotor ist als Freiflugkolbenmotor unter der Bezeichnung Stelzer-Motor bekannt und beispielsweise in der DE 30 29 287 A und auf der Webseite <https://de.wikipedia.org/wiki/Stelzer-Motor> dargestellt und beschrieben. Dieser Motor weist einen in einem Motorgehäuse angeordneten Stufenkolben mit äußeren Kolbenstufen sowie einer inneren Kolbenstufe auf. Die innere Kolbenstufe ist innerhalb einer Vorverdichtungskammer bewegbar, von der aus das von einem Vergaser aufbereitete und vorverdichtete Luft-/Kraftstoff-Gemisch über Kanäle in die Brennkammern strömt. Die sich in den Kanälen erstreckenden Kolbenmittelstücke haben dabei gleichzeitig die Funktion eines Ventils. Die innere Kolbenstufe wechselt in der Vorverdichtungskammer ständig die Seiten. Dadurch ist die Einlassöffnung abwechselnd dem linken und rechten expandierenden Teil der Kammer zugeordnet. Nach dem Überfahren der Einlassöffnung für das Luft-/Kraftstoff-Gemisch wird das eingeschlossene Volumen verkleinert, das Gemisch dadurch vorverdichtet. Im Laufe der weiteren Kolbenbewegung wird der weiter außen liegende Bereich des Kolbens, der die Überströmöffnung verschließt, ausgerückt, das Gas gelangt in die Brennkammer und spült dort am äußeren Brennkammerende Reste von verbranntem Gas über den geöffneten Auslass aus. Im Rückschwingen verschließt der Kolben sowohl die Überströmöffnung als auch am anderen Ende der Brennkammer mit seinem Arbeitsteil die Auslassöffnung. Das Arbeitsteil rückt in der Brennkammer weiter zur Mitte und komprimiert hier das Gemisch bis zur Zündung und Bewegungsumkehr. Jetzt leistet während der erneuten Auswärts-Bewegung der Kolben Arbeit. Im innenliegenden Bereich findet bereits die nächste Vorkomprimierung statt. Kurz vor dem äußeren Totpunkt öffnet zuerst der Auslass, kurz darauf die Überströmöffnung. Dieser Arbeitsablauf findet ständig abwechselnd auf beiden Seiten statt. Dadurch, dass die Brennkammern die Kolbenstange umgeben, neigt diese zum Verrußen, wodurch die Lebensdauer des Motors beeinträchtigt wird. Als problematisch hat sich ferner die Abdichtung zwischen der Kolbenstange und dem Gehäuse erwiesen. Konzeptbedingt erfolgt weiters eine für die Lebensdauer des Motors nachteilige Vermischung des zündfähigen Gemisches mit Abgasen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Freikolbenmotor derart zu gestalten, dass er vor allem Energie zur Verfügung stellt und einen möglichst geringen Innenwiderstand aufweist sowie dass eine Vermischung des zündfähigen Gemisches mit den verbrannten Gasen auf jeden Fall verhindert ist.

[0004] Gelöst wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass die Kolbenstange mit ihren Enden an je einen Becherkolben gekoppelt ist, welcher jeweils eine der Brennkammern mitumschließt und gemeinsam mit dem jeweiligen Kolbenstangenende ein Ventil bildet,

wobei jeder Becherkolben in einer zum Basisteil gehörenden Laufhülse und auf einem die Brennkammer mitumschließenden zum Basisteil gehörenden Zylinder einer Zylinderplatte gelagert ist, welcher gemeinsam mit der Laufhülse jeweils eine Dämpferkammer umschließt, in welche beim Betrieb des Motors Luft angesaugt wird, wobei sich an jedem Kolbenstangenende der Kolbenstange zumindest eine Bohrung befindet, welche eine Einspritzdüse bildet, über welche jeweils im Bereich des unteren Totpunktes und bei geöffnetem Ventil Kraftstoff, der sich mit im Bereich des Ventils zugeführter Luft vermischt, in die jeweilige Brennkammer gelangt.

[0005] Das beim erfindungsgemäßen Motor vorgesehene Konzept des Koppelns der Kolbenstangenenden an Becherkolben unter Bilden von Ventilen und die Kraftstoffeinspritzung über die Kolbenstangenenden verhindern ein Vermischen des zündfähigen Gemisches mit den verbrannten Gasen. Da die Kolbenstange außerhalb des Brennraumes bewegt wird, wird ein Verrußen vermieden. Die Becherkolben gleiten im Betrieb des Motors ohne Schmiermittel zu benötigen auf Luft, und zwar einem zwischen ihren Außenseiten und den Laufhülsen und einem zwischen ihren Innenseiten und den Zylindern im Betrieb sich bildenden Luftmantel. Die Bewegungen der Becherkolben erfolgen somit mit geringem Widerstand, sodass der Motor eine hohe Effizienz aufweist.

[0006] Von besonderem Vorteil ist, dass das Ventil, welches zwischen jedem Becherkolben und dem jeweiligen Kolbenstangenende gebildet wird, durch den sich im Betrieb des Freikolbenmotors zwischen der Verdichter-kammer und der Brennkammer einstellenden Differenzdruck betätigt wird.

[0007] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Kopplung jedes Becherkolbens an die Kolbenstange dadurch, dass die Kolbenstange an jedem Ende einen pilzkopfförmig gestalteten, einen Ventiltail des Ventils bildenden Endbereich aufweist, welcher mit einem Hinterschnitt versehen ist, welcher vom Boden des Becherkolbens hintergriffen ist.

[0008] Dabei ist vorzugsweise in der geöffneten Stellung des Ventils zwischen einer kegelstumpfförmigen Ausnehmung im Boden des Becherkolbens und dem pilzkopfförmig gestalteten Ventiltail ein Spalt gebildet, in welchem über die zumindest eine im Ventiltail vorgesehene Einspritzdüse Kraftstoff in den Spalt einspritzbar ist.

[0009] Das Einströmen von Luft aus der Verdichter-kammer in die Brennkammer erfolgt bevorzugt über Überströmöffnungen im Boden des Becherkolbens, welche bei geöffnetem Ventil in Verbindung mit dem Spalt sind und Luft von

der Verdichter kammer zur Brennkammer strömen lassen.

[0010] Ein Einströmen von Luft in die bereits erwähnten Dämpferkammern wird auf besonders zweckmäßige Weise dadurch sichergestellt, dass jede Zylinderplatte mit einer Anzahl von Einlassöffnungen für Luft versehen ist, die innen-
seitig mittels Zungenventilen verschließbar sind und Luft von außen in die zwischen der Laufhülse und dem Zylinder
gebildete Dämpferkammer strömen lassen.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Maßnahme besteht darin, dass an den Außenseiten der Zylinder und der Becherkolben jeweils eine Vielzahl von Labyrinthnuten ausgebildet ist, wodurch das bereits erwähnte Gleiten der Becherkolben auf Luft bzw. Luftpolstern unterstützt wird.

[0012] Der Freikolbenmotor weist ferner gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung in jeder Motorhälfte je eine Ansaugkammer für Luft auf, in welche bei Betrieb des Motors abwechselnd Luft eingeströmt und ausgeblasen wird und die daher auch ihr Volumen entsprechend anpassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführung weist dabei der Basisteil zwischen den beiden Laufhülsen einen zentralen Mittelteil auf, welcher in jeder Motorhälfte eine senkrecht zur Kolbenstange angeordnete blockartige Platte aufweist, die mit zwei konzentrisch angeordneten zylindrischen Hülsen unterschiedlichen Durchmessers verbunden ist, welche zwischen sich einen Teilbereich der Ansaugkammer für Luft bilden. Weitere, zweite Teilbereiche der Ansaugkammern für Luft werden bevorzugt durch die Maßnahme gebildet, dass der Schwingkörper einen mittig auf der Kolbenstange angeordneten Magnetteil eines Startergenerators aufweist, welcher Magnetteil zur Kolbenstange zwei Freiräume belässt, die jeweils den zweiten Teilbereich der Ansaugkammern für Luft bilden.

[0013] Das Überströmen von Luft aus den Ansaugkammern in die Verdichter kammer erfolgt vorteilhafterweise durch eine Anzahl von in jeder blockartigen Platte ausgebildeten Überströmöffnungen, welche Auslassöffnungen aufweisen, die mittels eines Ventiltellers eines druckbetätigten Ventils verschließbar sind.

[0014] Bevorzugt und zweckmäßiger Weise weist dieses Ventil eine Ventilhülse auf, welche sich zwischen der Kolbenstange und der inneren Hülse des Mittelteils des Basisteils befindet, wobei die Kolbenstange und die Ventilhülse relativ zueinander gleitbeweglich sind, derart, dass ein Öffnen und Schließen des Ventils ermöglicht ist.

[0015] Auf einfache und zweckmäßige Weise erfolgt ein Einströmen von Luft in die Ansaugkammern durch eine Anzahl von Einlassöffnungen, die jeweils in der äußeren Hülse des Mittelteils des Basisteils ausgebildet sind und welche insbesondere mittels Zungenventilen verschließbar sind.

[0016] Von besonderem Vorteil ist eine spezielle Ausführung der Überströmöffnungen in den blockartigen Platten und/oder im Boden der Becherkolben sowie der Einlassöffnungen in der Zylinderplatte. Gemäß dieser speziellen Ausgestaltung verengen sich diese Öffnungen in Strömungsrichtung trichterförmig und weisen Austrittsöffnungen auf, die gegenüber den Eintrittsöffnungen jeweils gleichermaßen versetzt sind, sodass die Öffnungen schräg geneigt sind. Dadurch wird die durchströmende Luft in Drehung versetzt und gleichzeitig beschleunigt.

[0017] Die Art der Kraftstoffzufuhr innerhalb des Motors bis zu den Brennkammern ist an das Motorkonzept optimal angepasst und erfolgt von außen über eine Bohrung in der blockartigen Platte, über eine Nut in der Hülse in einen im Basisteil ausgebildeten Ringspalt, eine Bohrung in der Ventilhülse und über in der Kolbenstange befindliche Bohrungen zur Bohrung, die als Einspritzdüse wirkt, wobei die Bohrungen nur im Bereich der unteren Totpunktlage eine durchgehende Kraftstoffleitung bilden.

[0018] Die Ableitung der gasförmigen Verbrennungsrückstände erfolgt auf zweckmäßige Weise, indem jeder Becherkolben und die jeweilige Laufhülse jeweils eine Vielzahl von Auspuffbohrungen aufweisen, welche lediglich im Bereich der unteren Totpunktlage miteinander fluchten, wobei sich die Anzahl der Bohrungen im Becherkolben von jener der Laufhülse unterscheidet, um eine ungehinderte und optimale Ableitung sicherzustellen. Dabei sind die Laufhülsen konzentrisch von Auspuffhülsen umgeben, welche ebenfalls mit Auspuffbohrungen versehen sind.

[0019] Von besonderem Vorteil ist ferner, dass die Ansaugkammern ein maximales Volumen aufweisen, welches größer ist als das maximale Volumen der Verdichter kammer, welches seinerseits größer ist als das maximale Volumen der Brennkammern. Durch diese "stufenförmige" Zunahme der Größen der Kammern wird eine stark ansteigende Kompressionserhöhung erreicht, die für die Energieeffizienz des Motors besonders vorteilhaft ist.

[0020] Besonders bevorzugt ist dabei eine Ausführung, bei der das maximale Volumen der Ansaugkammern das 1,5 - 3Fache des maximalen Volumens der Verdichter kammer und das maximale Volumen der Verdichter kammer das 1,5 - 3Fache des maximalen Volumens der Brennkammern beträgt.

[0021] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nun anhand der Zeichnung, die ein Ausführungsbeispiel darstellt, näher beschrieben. Dabei zeigen

Fig. 1 eine Gesamtansicht eines Freikolbenmotors im Längsschnitt,

Fig. 1a einen Längsschnitt des Freikolbenmotors in einer Stellung während seines Betriebes,

Fig. 1b das Detail D₁ der Fig. 1 in einer vergrößerten Ansicht, wobei der Kraftstofffluss am unteren Totpunkt gezeigt ist,

Fig. 1c das Detail D₂ aus Fig. 1 ebenfalls in einer vergrößerten Ansicht, insbesondere hinsichtlich von Hülsen 4b₁, 4b₂ und 4b₃

Fig. 2 eine Schnittansicht entlang der Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 ein Detail der Fig. 2 in vergrößerter Ansicht,

Fig. 4 eine Ansicht gemäß dem Pfeil F_{Fig. 5} der Fig. 1,

Fig. 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V der Fig. 4.

[0022] Der Freikolbenmotor weist eine zentrale Längsachse a, zu welcher der Großteil seiner Bauteile rotationssymmetrisch gestaltet und zueinander konzentrisch angeordnet ist, und stationäre Bauteile sowie relativ zu diesen, in Richtung der zentralen Längsachse a, bewegbare Bauteile auf. Zu den stationären Bauteilen gehört ein entlang der zentralen Längsachse a langgestreckter Basisteil 1, welcher gemeinsam mit zwei Auspuffhülsen 2 die Funktion eines Gehäuses übernimmt und bezüglich einer mittigen, senkrecht zur zentralen Längsachse a verlaufenden Ebene E₁ symmetrisch gestaltet ist. Der Basisteil 1 weist einen zentralen Mittelteil 4 und stirnseitig je eine Zylinderplatte 5 auf. Zwischen dem zentralen Mittelteil 4 und jeder Zylinderplatte 5 verläuft je eine der Auspuffhülsen 2, wobei innerhalb jeder Auspuffhülse 2, ebenfalls zwischen dem zentralen Mittelteil 4 und jeder Zylinderplatte 5, je eine Laufhülse 3 angeordnet ist. Die Laufhülsen 3 weisen einen geringeren Durchmesser auf als die Auspuffhülsen 2 und sind konzentrisch zu den jeweiligen Auspuffhülsen 2 angeordnet.

[0023] Im Inneren des Basisteils 1 befindet sich ein sich in Richtung der zentralen Längsachse a erstreckender, in Richtung der zentralen Längsachse a bewegbarer, um sich selbst drehbarer, sich im Betrieb des Motors weitgehend auf Luftpolstern bewegend und bezüglich einer parallel zur Ebene E₁ verlaufenden zentralen Mittelebene E₂ symmetrisch gestalteter Schwingkörper 6, welcher aus einem mittig angeordneten Magneteil 7, einer den Magneteil 7 beidseitig gleichermaßen überragenden Kolbenstange 8 mit an ihren Enden befindlichen Ventiltellen 9a und zwei Becherkolben 19 besteht. Der Magneteil 7 ist im Längsschnitt H-förmig gestaltet und weist daher zwei Ringteile 7a auf, die zur Kolbenstange 8 ringartig umlaufende Freiräume belassen, auf deren Funktion noch eingegangen wird.

[0024] In einer Aufnahme 4a des zentralen Mittelteils 4 des Basisteils 1 ist ein Spulenkörper 10 eines Startergenerators aufgenommen. Der Magneteil 7 des Startergenerators sitzt, wie bereits erwähnt, auf der Kolbenstange 8 und ist mit dieser fest verbunden. An die Aufnahme 4a schließen beidseitig zwei konzentrisch zueinander angeordnete, sich entlang der Längsachse a erstreckende Hülsen an, eine äußere Hülse 4b₁, die mit der Aufnahme 4a verbunden ist, und die konzentrisch zu dieser angeordnete und einen kleineren Durchmesser als die äußere Hülse 4b₁ aufweisende innere Hülse 4b₂. Jede äußere Hülse 4b₁ verbindet die Aufnahme 4a mit je einer blockartigen Platte 4c. Die inneren Hülsen 4b₂ sind ebenfalls mit den blockartigen Platten 4c verbunden, weisen jedoch keine Verbindung zur Aufnahme 4a auf und enden im Bereich der Aufnahme 4a. Der Außendurchmesser der inneren Hülsen 4b₂ ist derart an den Innendurchmesser der Ringteile 7a des Magneteiles 7 angepasst, dass die Ringteile 7a über die inneren Hülsen 4b₂ gleiten können.

[0025] Fig. 1 zeigt in der linken Hälfte des Freikolbenmotors die untere Totpunktlage, in der rechten Hälfte die obere Totpunktlage. In der unteren Totpunktlage ist zwischen den in der linken Hälfte befindlichen äußeren und inneren Hülsen 4b₁, 4b₂ sowie zwischen den Ringteilen 7a des Magneteiles 7 und der Kolbenstange 8 gemeinsam eine Ansaugkammer A gebildet. In der oberen Totpunktlage (rechte Hälfte der Fig. 1) ist der Schwingkörper 6 so weit nach rechts bewegt, dass der in dieser Hälfte befindliche Ringteil 7a über die Hülse 4b₂ verfahren ist.

[0026] Zwischen jeder inneren Hülse 4b₂ und der Kolbenstange 8 befindet sich ein Ventil 11 bestehend aus einer Ventilhülse 11a und einem Ventilteller 11b (Fig. 1c). Die Ventilhülse 11a durchsetzt die Platte 4c, sodass sich der Ventilteller 11b an der der Aufnahme 4a abgewandten Seite der Platte 4c befindet. Jede innere Hülse 4b₂ ist gegenüber der Kolbenstange 8 mit einer Wellendichtung 12 (Fig. 1c) abgedichtet, sodass die Kolbenstange 8 gegenüber der Hülse 4b₂ gleitbeweglich bleibt. Die Kolbenstange 8 ist darüber hinaus auch gegenüber dem Ventil 11 in Längsrichtung der Achse a gleitbeweglich. Das Ventil 11 ist ebenfalls in Richtung der Längsachse a relativ zur Kolbenstange 8 beweglich, jedoch nur um jenes Ausmaß, das, wie noch beschrieben wird, erforderlich ist, damit der Ventilteller 11b zum Öffnen und Schließen von in der blockartigen Platte 4c ausgebildeten Überströmbohrungen 13 bewegbar ist. Die Längsbeweglichkeit des Ventils 11 wird durch Anschläge 11c (Fig. 1c) an dem den Ventilteller 11b abgewandten Endbereich der Ventilhülse 11a begrenzt.

[0027] Die innere Hülse 4b₂ ist innenseitig mit einem Ringspalt 14 zur Kraftstoffzufuhr versehen. Die Zuführung 27 des Kraftstoffes in den Ringspalt 14 erfolgt von außerhalb des Basisteils 1 über eine Bohrung 15 in der Platte 4c, ferner über eine Nut 15b₁, welche sich zwischen der Hülse 4b₂ und der Hülse 4b₃ befindet. Der Kraftstoff wird sodann über eine Bohrung 15b₂ in der Ventilhülse 11a, eine Bohrung 15b₃ in der Kolbenstange 8, weiters durch eine zentrale, in Längsrichtung der Kolbenstange 8 zu der in der jeweiligen Kolbenspitze verlaufende Bohrung 8a in die Einspritzdüse 8b eingebracht. Wie insbesondere Fig. 1b zeigt, ist die Kraftstoffzufuhr nur in der unteren Totpunktlage und bei ge-

geschlossenem Ventil 11 des Freikolbenmotors möglich, in dieser Lage bilden die Zuführung 27, die Bohrung 5, die Nut 15b₁ und die erwähnten Bohrungen 15b₂ 15b₃, 8a und 8b eine durchgehende Kraftstoffleitung. Überschüssiger Kraftstoff wird über eine Nut 15c und eine Bohrung 15c₁ in eine Abführung 27a zurückgeleitet. Die Ventilhülse 11a wird daher beidseitig (außen und innen) von Kraftstoff geschmiert.

[0028] Die äußere Hülse 4b₁ ist über ihren Umfang mit einer Vielzahl, beispielsweise mit acht, Lufteinlassöffnungen 16 (Fig. 1b) versehen, die über den Umfang der Hülse 4b₁ gleichmäßig verteilt angeordnet sind und mittels Einlassventilen 17 an der Innenseite der äußeren Hülse 4b₁ verschließbar sind. Die Einlassventile 17 sind vorzugsweise als Zungenventile ausgeführt. Fig. 2 zeigt ebenfalls die über den Umfang der äußeren Hülse 4b₁ ausgebildeten Lufteinlassöffnungen 16 und die diese Öffnungen verschließbaren Einlassventile 17.

[0029] Die Überströmöffnungen 13 erstrecken sich durch jede blockartige Platte 4c ausgehend von der der Aufnahme 4a zugewandten Seite als sich trichterförmig verengende Bohrungen mit Eintrittsöffnungen, deren Durchmesser daher größer ist als jener der Austrittsöffnungen. Bezogen auf die zentrale Längsachse a befinden sich, bei Frontsicht auf die Plattenseiten (Fig. 2) die zentralen Achsen 13a der Überströmbohrungen 13 bei den Eintrittsöffnungen auf einem Kreis mit einem Radius, der größer ist als der Radius jenes Kreises, auf welchem sich die Enden der zentralen Achsen 13a an den Ausgangsöffnungen befinden. Zusätzlich ist jede Austrittsöffnung gegenüber ihrer zugehörigen Eintrittsöffnung, in Frontsicht auf die Platte 4c, für sämtliche Überströmbohrungen 13 im gleichen Ausmaß in Umfangsrichtung versetzt. Durch die Überströmöffnungen 13 strömende Luft wird daher nach dem Austritt aus den Austrittsöffnungen, beim gezeigten Ausführungsbeispiel in Umfangsrichtung, verdreht bzw. verwirbelt.

[0030] Jeder Becherkolben 19 weist einen Boden 19a auf, welcher, wie nun anhand der Fig. 1 und 1a beschrieben wird, gemeinsam mit dem Ventiltail 9a am Ende der Kolbenstange 8 ein Ventil 9 gebildet. Wie insbesondere Fig. 1b zeigt ist der Ventiltail 9a pilzkopfförmig gestaltet, sodass am Ventiltails 9a ein ringförmig umlaufender Hinterschnitt gebildet ist, welcher vom Boden 19a des Becherkolbens 19 hintergriffen ist. Der Boden 19a des Becherkolbens 19 ist ferner derart dick gestaltet, dass er den pilzkopfförmigen Ventiltail 9a der Kolbenstange 8 komplett aufnimmt, wobei der Boden 19a, der Spitze des Ventiltails 9a zugewandt, eine zentrale, mittige Öffnung aufweist, die in eine kegelstumpfförmige Ausnehmung übergeht, die mit dem ebenfalls kegelstumpfförmigen Ende des Ventiltails 9a korrespondierend ausgestaltet ist, sodass in der in Fig. 1b gezeigten Stellung zwischen dem Ventiltail 9a und dem Becherkolben 19 ein Spalt 20 vorliegt. Diese Stellung entspricht der offenen Stellung des zwischen dem Becherkolben 19 und dem Ende der Kolbenstange 8 gebildeten Ventils 9. Fig. 1 zeigt in der rechten Hälfte des Motors die geschlossene Stellung dieses Ventils 9. In den Spalt 20 münden im Becherboden 19a ausgebildete Überströmöffnungen 20a, welche trichterförmig gestaltet sind und analog zu den Überströmöffnungen 13a in der Platte 4c ausgebildet sind.

[0031] Vom Boden 19a jedes Becherkolbens 19 erstreckt sich ein hülsenförmiger Teil 19b des Becherkolbens 19 in Richtung der zentralen Längsachse a und in Richtung zu den bereits erwähnten Zylinderplatten 5. Der Außendurchmesser des hülsenförmigen Teils 19b des Becherkolbens 19 ist an den Innendurchmesser der Laufhülse 3 derart angepasst, dass der Becherkolben 13 gegenüber der Laufhülse 3 gleitbeweglich ist. An der Außenseite des hülsenförmigen Teils 19b des Becherkolbens 19 ist eine Vielzahl von Labyrinthnuten 18 ausgebildet. An dem dem Bodenteil 19a abgewandten Endabschnitt des hülsenförmigen Teils 19b ist ferner eine Vielzahl von Auspuffbohrungen 21 (Fig. 1) ausgebildet. Weitere Auspuffbohrungen 21 befinden sich in den Laufhülsen 3 und in den Auspuffhülsen 2. Am unteren Totpunkt können die Bohrungen 21 in der Laufhülse 3 mit jenen im Becherkolben 19 fluchten, wobei die Anzahl der Bohrungen im Becherkolben 19 und der Laufhülse 3 voneinander unterschiedlich ist, um bei drehendem Becherkolben 19 eine gleichmäßige Ableitung der Abgase zu gewährleisten.

[0032] Jeder Becherkolben 19 ist ferner gegenüber einem Zylinder 22 der ihm zugehörigen Zylinderplatte 5 gleitbeweglich, wobei auch die Zylinder 22 an ihren Außenseiten mit einer Vielzahl von Labyrinthnuten 18 versehen sind. Jede Zylinderplatte 5 und ihr Zylinder 22 sind entlang der zentralen Längsachse a von einer Aufnahmebohrung durchsetzt, in welcher eine Zündkerze 23 auf austauschbare Weise positioniert ist. Zwischen der Laufhülse 3 und dem Zylinder 22 ist in der in Fig. 1 in der linken Hälfte gezeigten Lage des Freikolbenmotors ein Hohlraum vorhanden, welcher eine Dämpferkammer D bildet. Die Dämpferkammer D steht in Verbindung mit Auslassöffnungen von Einlassbohrungen 24, die in der Zylinderplatte 5 auf analoge Weise wie die Überströmbohrungen 13 in der Platte 4c ausgebildet und ausgeführt sind. Fig. 5 zeigt eine Ansicht von außen auf eine der Zylinderplatten 5, wobei die Einlassbohrungen 24 mitsamt ihren Einlassöffnungen und Auslassöffnungen zu sehen sind, wobei letztere mittels Zungenventilen 25 (Fig. 1) verschließbar sind.

[0033] Wie insbesondere Fig. 1 zeigt, wird in der unteren Totpunktlage (linke Hälfte der Fig. 1) zwischen der äußeren Hülse 4b₁ und der inneren Hülse 4b₂ der Aufnahme 4 und zwischen dem Ringteil 7a des Magnetteils 7 und der Kolbenstange 8 gemeinsam die Ansaugkammer A gebildet, der hülsenförmige Teil 19b des Becherkolbens 19 umschließt eine Brennkammer C, die in der unteren Totpunktlage ihr größtes Volumen aufweist, in der oberen Totpunktlage (rechte Hälfte der Fig. 1), ihr geringstes Volumen besitzt. Zwischen dem Zylinder 22, jeder Zylinderplatte 5 und der Laufhülse 3 befindet sich, an den Becherkolben 19 anschließend, die bereits erwähnte Dämpferkammer D, welche in der unteren Totpunktlage (linke Hälfte der Fig. 1) ihr größtes, in der oberen Totpunktlage (rechte Hälfte der Fig. 1) ihr kleinstes Volumen aufweist. Zwischen der Platte 4c und dem Boden des Becherkolbens 19 sowie durch die Kolbenstange 8 und

die Laufhülse 3 begrenzt, wird, je nach der Stellung des Schwinkkörpers 6, eine Verdichterammer B gebildet, die in der unteren Totpunktlage (linke Hälfte der Fig. 1) ihr kleinstes und in der oberen Totpunktlage (rechte Hälfte der Fig. 1) ihr größtes Volumen aufweist.

[0034] In der unteren Totpunktlage (linke Hälfte der Fig. 1) haben die Ansaugkammer A, die Brennkammer C und die Dämpferkammer D ihr größtes Volumen erreicht, die Einlassventile 17 an den Lufteinlassöffnungen 16 der äußeren Hülse 4b₁ sind geschlossen, die vorher in der Verdichterammer B verdichtete Luft ist bereits über die Überströmbohrungen 20a und das in der geöffneten Stellung befindliche Ventil 9 in den Brennraum C geblasen worden. In dieser Position gelangt auch der im Betrieb des Motors ständig unter Druck zugeführte Kraftstoff über die Bohrung 15, die Nut 15b₁ und die Bohrungen 15b₂, 15b₃ sowie 8a zu den Einspritzdüsen 8b am Ventiltail 9a, sodass der Kraftstoff in den Spalt 20 gelang. Hier vermischt sich der Kraftstoff mit der rotierenden Luft, die von der Ansaugkammer A über die Verdichterammer B und bei geöffnetem Ventil 9 durch die Überströmöffnungen 20a in den Brennraum C geblasen wird.

[0035] Am oberen Totpunkt (rechte Hälfte der Fig. 1) ist der Lufttransfer von der Ansaugkammer A in die Verdichterammer B abgeschlossen, wobei ein Teil der Luft über einen Ringspalt 26 zwischen dem Magnetteil 7 und dem Spulenkörper 10 in die zweite Ansaugkammer A in der linken Hälfte des Freikolbenmotors gelangt ist und dabei den Magnetteil 7 kühlt. Die in die Ansaugkammer A über die Einlassöffnungen 17 in der Hülse 4b₁ des Basisteil 4 einströmende Luft ist vorher durch die Überströmbohrungen 13 unter Öffnen des Ventils 11 in die Verdichterammer B geblasen und dort verdichtet worden. Im Brennraum C und in der Dämpferkammer D hat die Luft ihre höchste Dichte erreicht und es wird in der Startphase des Motors durch Fremdzündung die Verbrennung eingeleitet. Fremdzündung ist nur während des Startens und im unteren Schwingungsbereich vorgesehen, im oberen Schwingungsbereich ab etwa 1000 bis 2000 Schwingungen pro Minute ist der Motor ein Selbstzünder.

[0036] Fig. 1a zeigt einen Längsschnitt durch den Freikolbenmotor in einer Mittelstellung, wobei sich der Schwingkörper 6 aus Magnetteil 7, Kolbenstange 8 und Becherkolben 19 nach rechts (siehe Pfeil) in dieser Figur bewegt. In der in dieser Figur rechten Hälfte des Freikolbenmotors ist bereits in die Ansaugkammer A über die Einlassventile 17 Luft angesaugt worden. In der in Fig. 1a linken Hälfte des Freikolbenmotors strömt bei offenen Einlassventilen 17 Luft in die dort befindliche Ansaugkammer A. In die Dämpferkammer D in der linken Hälfte des Motors werden durch die sich nach rechts (zurück) bewegend Kolbenstange 8 die Ventile 25 in der Zylinderplatte 5 geöffnet und in die Dämpferkammer D Luft angesaugt. In der Verdichterammer B in der linken Hälfte des Motors überwiegt der Druck gegenüber jenem in der Brennkammer C nach der Verbrennung, sodass sich der Becherkolben 19 vom Ventiltail 9a abhebt, die Überströmbohrungen 13 in der Platte 4c sind geschlossen. In der in Fig. 1a rechten Hälfte des Freikolbenmotors hat die in der Ansaugkammer A befindliche Luft das Ventil 11 (Überströmventil) geöffnet und Luft gelangt in die hier befindliche Verdichterammer B. Der Schwingkörper 6 drückt über den Ventiltail 9a den Becherkolben 19 nach rechts, die Überströmöffnungen 20a im Becherkolben 19 sind geschlossen und in der Brennkammer C baut sich Druck auf. Die Ventile 25 in der Zylinderplatte 5 sind durch den steigenden Druck ebenfalls geschlossen, die Bewegung des Schwingkörpers 6 wird gedämpft und die Abdichtung des Becherkolbens 19 unterstützt. Der Schwingkörper 6 bewegt sich weiter nach rechts, wobei das Luft/Brennstoffgemisch weiter verdichtet wird bis schließlich im Bereich des oberen Totpunktes die Verbrennung erfolgt. Nun bewegt sich der Schwingkörper nach links und das Ventil 11 schließt.

[0037] Die schräggestellten, trichterförmigen Überströmöffnungen 13 und 20a sorgen einerseits für eine Drehung und Verdichtung der durchströmenden Luft und andererseits für dafür, dass sich die Drehung der sich verdichtenden Luft beschleunigt.

[0038] Die Bewegungen des Schwingkörpers 6 werden im Startvorgang durch den Startergenerator und im Betrieb des Motors durch die abwechselnde Selbstzündung und Verbrennung in den Brennkammern C der beiden Motorhälften bewerkstelligt. Ist der Startvorgang beendet, wird auf Generatorbetrieb umgeschaltet, wobei, wie erwähnt, Fremdzündung nur beim Start und ggf. bei Langsamlauf (Leerlauf) vorgesehen ist, da bei höherer Schwingungszahl durch die hohen Massenkräfte der Freikolbenmotor als Selbstzünder läuft.

[0039] Die Kammern A, B und C weisen unterschiedliche maximale Volumina auf und sind bedingt durch die Ausgestaltung des Schwingkörpers 6 sämtlich ringförmig ausgebildet. Durch die unterschiedlichen Volumina in den Kammern A, B und C wird eine ansteigende, immer größer werdende Verdichtung von Luft erzielt. Dabei weist die Ansaugkammer A ein größeres maximales Volumen auf als die Verdichterammer B und diese weist ein größeres maximales Volumen auf als die Brennkammer C. Das maximale Volumen der Ansaugkammer A beträgt insbesondere das 1,5- bis 3-Fache des maximalen Volumens der Verdichterammer B, das maximale Volumen der Verdichterammer B das 1,5- bis 3-Fache des maximalen Volumens der Brennkammer C. Bei einer bevorzugten Ausführung beträgt das Verhältnis der maximalen Volumina A : B : C etwa 200 : 100 : 35.

[0040] Durch die trichterförmigen Überströmbohrungen 13 in den Platten 4c mit der beschriebenen speziellen Ausgestaltung entsteht eine hohe Rotationsgeschwindigkeit der Luft, wodurch die Becherkolben 19 zentriert werden und gegenüber der Laufhülse 3 ohne Kontakt zu dieser gleiten und rotieren. Die Becherkolben 19 gleiten stirnseitig jeweils in eine der Dämpferkammern D, die die Abdichtung des Brennvoranges unterstützen, aber auch die hohe Geschwindigkeit der Becherkolbens 19 von etwa 30 m/s bremsen.

Bezugsziffernliste

[0041]

5	1.....	Basisteil
	2.....	Auspuffhülse
	3.....	Laufhülse
	4.....	Mittelteil
	4a.....	Aufnahme
10	4b ₁	äußere Hülse
	4b ₂	innere Hülse
	4c.....	Platte
	5.....	Zylinderplatte
	6.....	Schwingkörper
15	7.....	Magnetteil
	7a.....	Ringteil
	8.....	Kolbenstange
	8a.....	zentrale Bohrung
	8b.....	Einspritzdüse
20	9.....	Ventil
	9a.....	Ventilteil
	10.....	Spulenkörper
	11.....	Ventil
	11a.....	Ventilhülse
25	11b.....	Ventilteller
	11c.....	Anschlag
	12.....	Wellendichtung
	13.....	Überströmbohrung
	14.....	Ringspalt
30	15.....	Bohrung
	15b ₁	Nut
	15b ₂	Bohrung und Ringspalt
	15b ₃	Bohrung Kolbenstange
	15c.....	Bohrung Kraftstoffableitung
35	15c ₁	Nut Kraftstoffableitung
	16.....	Luftinlassöffnung
	17.....	Einlassventil
	18.....	Labyrinthille
	19.....	Becherkolben
40	19a.....	Boden
	19b.....	hülsenförmiger Teil
	20.....	Spalt
	20a.....	Überströmöffnung
	21.....	Auspuffbohrung
45	22.....	Zylinder
	23.....	Zündkerze
	24.....	Einlassöffnungen
	25.....	Zungenventil
	26.....	Ringspalt
50	27.....	Zuführung Kraftstoff
	27a.....	Abführung Kraftstoff
	A.....	Ansaugkammer
	B.....	Verdichterkammer
	C.....	Brennkammer
55	D.....	Dämpferkammer
	E.....	Abgasdämpfer
	a.....	Längsachse
	E ₁	Ebene Basisteil

E₂.....

Mittelebene Schwingkörper

Patentansprüche

1. Freikolbenmotor in zylindrisch-gestreckter, zweiseitig-symmetrischer Bauweise mit einem stationären Basisteil (1) und zwei gleich gestalteten Motorhälften mit je einer Brennkammer (C) sowie mit einem innerhalb des Basisteils (1) gleitbeweglichen, eine Kolbenstange (8) aufweisenden Schwingkörper (6) und Verdichterkammern (B) zwischen der Kolbenstange (8) und dem Basisteil (1),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kolbenstange (8) mit ihren Enden an je einen Becherkolben (19) gekoppelt ist, welcher jeweils eine der Brennkammern (C) mitumschließt und gemeinsam mit dem jeweiligen Kolbenstangenende ein Ventil (9) bildet, wobei jeder Becherkolben (19) in einer zum Basisteil (1) gehörenden Laufhülse (3) und auf einem die Brennkammer (C) mitumschließenden zum Basisteil (1) gehörenden Zylinder (22) einer Zylinderplatte (5) gelagert ist, welcher gemeinsam mit der Laufhülse (3) jeweils eine Dämpferkammer (D) umschließt, in welche beim Betrieb des Motors Luft angesaugt wird, wobei sich an jedem Kolbenstangenende der Kolbenstange (8) zumindest eine Bohrung (8a) befindet, welche eine Einspritzdüse (8b) bildet, über welche jeweils im Bereich des unteren Totpunktes und bei geöffnetem Ventil (9) Kraftstoff, der sich mit im Bereich des Ventils (9) zugeführter Luft vermischt, in die jeweilige Brennkammer (C) gelangt.
2. Freikolbenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Ventil (9) durch den in der Verdichterkammer (B) ansteigenden Verdichtungsdruck gegenüber dem in der Brennkammer (C) abnehmenden Verbrennungsdruck öffnet.
3. Freikolbenmotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenstange (8) an jedem Ende einen pilzkopfförmig gestalteten, einen Ventiltail (9a) des Ventils (9) bildenden Endbereich aufweist, welcher einen Hinterschnitt aufweist, welcher vom Boden (19a) des Becherkolbens (19) hintergriffen ist.
4. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der geöffneten Stellung des Ventils (9) zwischen einer kegelförmigen Ausnehmung im Boden (19a) des Becherkolbens (19) und dem pilzkopfförmig gestalteten Ventiltail (9a) ein Spalt (20) gebildet ist, in welchem über die zumindest eine am Ventiltail (9) vorgesehene Einspritzdüse (8b) Kraftstoff in den Spalt (20) einspritzbar ist, wobei vorzugsweise der Boden (19a) des Becherkolbens (19) mit einer Anzahl von Überströmöffnungen (20a) für Luft versehen ist, welche bei geöffnetem Ventil (9) in Verbindung mit dem Spalt (20) sind und Luft von der Verdichterkammer (B) zur Brennkammer (C) strömen lassen.
5. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Zylinderplatte (5) mit einer Anzahl von Einlassöffnungen (24) für Luft versehen ist, die innenseitig mittels Zungenventilen (25) verschließbar sind und Luft von außen in die zwischen der Laufhülse (3) und dem Zylinder (22) gebildete Dämpferkammer (D) strömen lassen.
6. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Außenseiten der Zylinder (22) und der Becherkolben (19) eine Vielzahl von Labyrinthstrukturen ausgebildet ist.
7. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Basisteil (1) zwischen den beiden Laufhülsen (3) einen zentralen Mittelteil (4) aufweist, welcher in jeder Motorhälfte eine senkrecht zur Kolbenstange (8) angeordnete blockartige Platte (4c) aufweist, die mit zwei konzentrisch angeordneten zylindrischen Hülsen (4b₁, 4b₂) unterschiedlichen Durchmessers verbunden ist, welche zwischen sich einen Teilbereich einer Ansaugkammer (A) für Luft bilden.
8. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingkörper (6) einen mittig auf der Kolbenstange (8) angeordneten Magnetteil (7) eines Startergenerators aufweist, welcher Magnetteil (7) im Längsschnitt durch den Motor insbesondere H-förmig gestaltet ist und zur Kolbenstange (8) zwei Freiräume belässt, die einen weiteren Teilbereich einer Ansaugkammer (A) für Luft bilden.
9. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede blockartige Platte (4c) eine Anzahl von Überströmöffnungen (13) zum Überströmen von Luft aus der Ansaugkammer (A) in die Verdichterkammer (B) aufweist, wobei die Auslassöffnungen der Überströmöffnungen (13) mittels eines Ventiltellers (11b)

eines druckbetätigten Ventils (11) verschließbar sind, welches vorzugsweise eine Ventilhülse (11a) aufweist, welche sich zwischen der Kolbenstange (8) und der inneren Hülse (4b₂) des Mittelteils (4) des Basisteils (1) befindet, wobei die Kolbenstange (8) und die Ventilhülse (11a) relativ zueinander gleitbeweglich sind, derart, dass ein Öffnen und Schließen des Ventils (11) ermöglicht ist.

- 5
10. Freikolbenmotor nach Anspruch 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Hülse (4b₁) des Mittelteils (4) das Basisteil (1) mit einer Anzahl von Einlassöffnungen (17) für Luft versehen ist, welche insbesondere mittels Zungenventilen verschließbar sind.
- 10 11. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überströmöffnungen (13) in der blockartigen Platte (4c) und/oder die Überströmöffnungen (20a) im Boden (19a) des Becherkolbens (19) und/oder die Einlassöffnungen (24) in der Zylinderplatte (5) als sich in Strömungsrichtung trichterförmig verengende Öffnungen ausgebildet sind.
- 15 12. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überströmöffnungen (13) in der blockartigen Platte (4c) und/oder die Überströmöffnungen (20a) im Boden (19a) des Becherkolbens (19) und/oder die Einlassöffnungen (24) in der Zylinderplatte (5) Austrittsöffnungen aufweisen, die gegenüber ihren Eintrittsöffnungen jeweils gleichermaßen versetzt sind.
- 20 13. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzufuhr (27) von außen über eine Bohrung (15) in der blockartigen Platte (4c), über eine Nut (15b₁) in der Hülse (4b₃) in einen im Basisteil (1) ausgebildeten Ringspalt (14), eine Bohrung (15b₂) in der Ventilhülse (11a) und über in der Kolbenstange (8) befindliche Bohrungen (15b₃ und 8a) zur Bohrung (8b), die als Einspritzdüse wirkt, wobei die Bohrungen nur im Bereich der unteren Totpunktlage eine durchgehende Kraftstoffleitung bilden.
- 25 14. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Becherkolben (19) und die Laufhülsen (3) jeweils eine Vielzahl von Auspuffbohrungen (21) aufweisen, welche im Bereich der unteren Totpunktlage miteinander fluchten, wobei sich die Anzahl der Bohrungen im Becherkolben (19) von jener in der Laufhülse (3) unterscheidet, wobei vorzugsweise die Laufhülsen (3) konzentrisch von Auspuffhülsen (2) umgeben sind, welche ebenfalls mit Auspuffbohrungen (21) versehen sind.
- 30 15. Freikolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Ansaugkammer (A) ein maximales Volumen aufweist, welches größer ist als das maximale Volumen der Verdichterammern (B), welches seinerseits größere ist als das maximale Volumen der Brennkammern (C), wobei vorzugsweise das maximale Volumen der Ansaugkammer (A) das 1,5- bis 3-Fache des maximalen Volumens der Verdichterammer (B) und vorzugsweise das maximale Volumen der Verdichterammer (B) das 1,5- bis 3-Fache des maximalen Volumens der Brennerkammer (C) beträgt.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

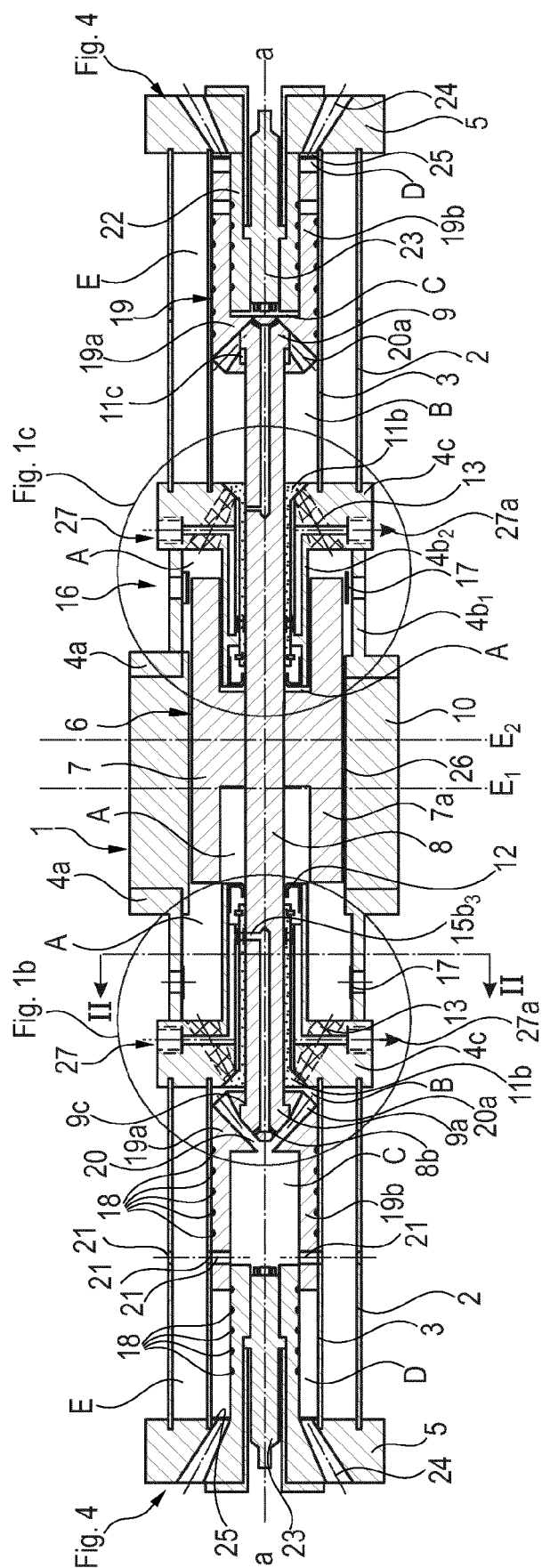


Fig. 1

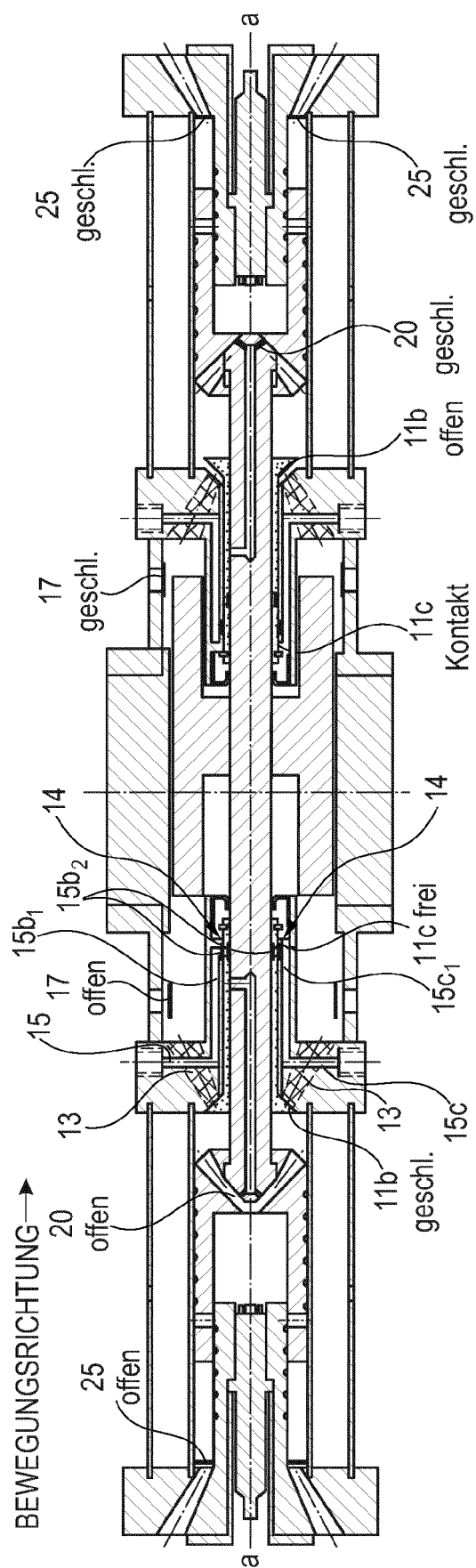


Fig. 1a

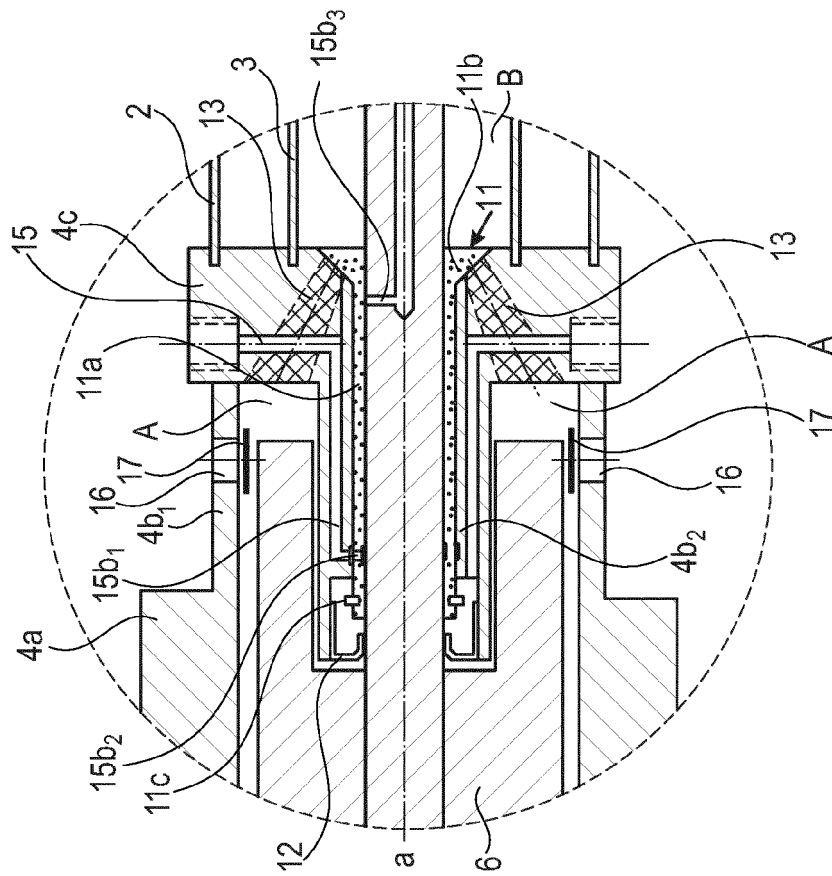


Fig. 1c

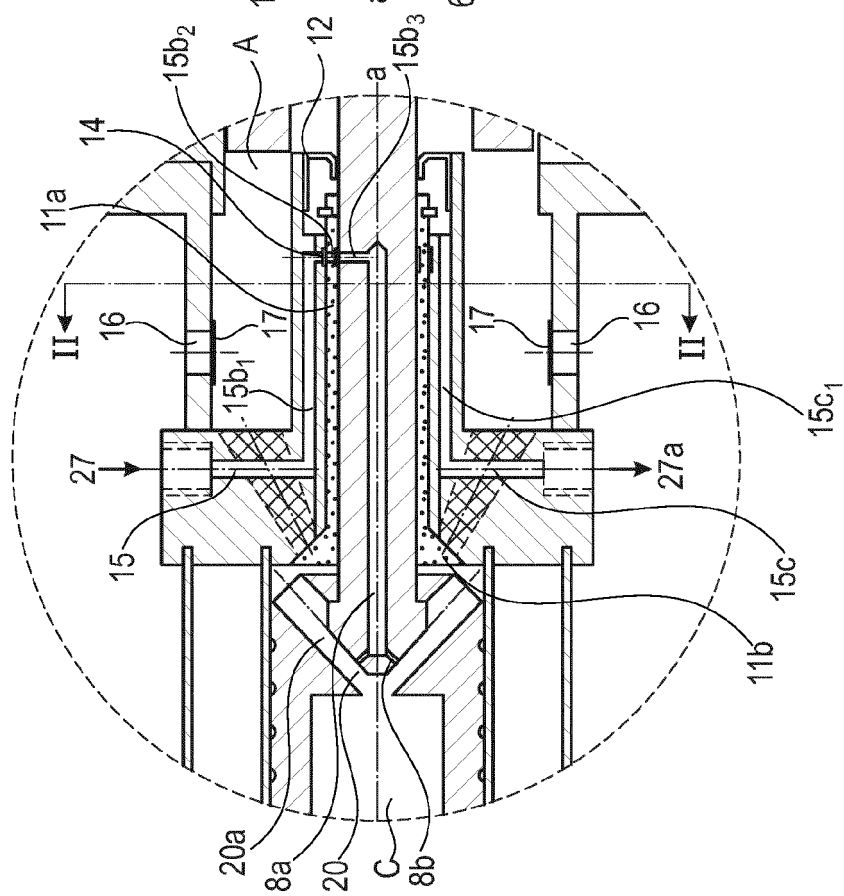
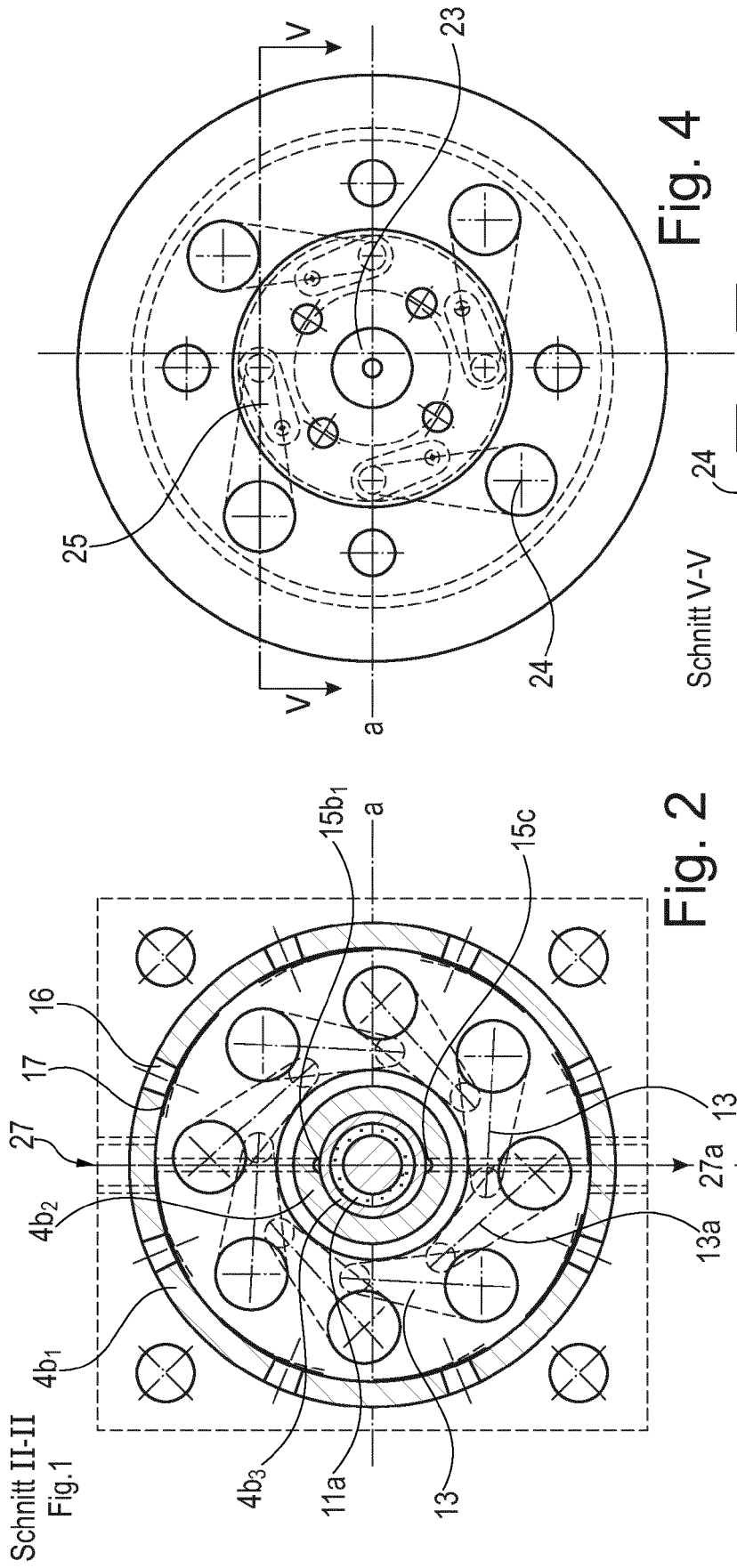


Fig. 1b



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 3029287 A [0002]