



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 451 466 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 91102426.3

51 Int. Cl.⁵: **F02B 33/08**, **F02B 75/28**

22 Anmeldetag: 20.02.91

30 Priorität: 12.04.90 DE 4011862

W-7313 Reichenbach a.F.(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.10.91 Patentblatt 91/42

72 Erfinder: **Mayer, Werner**
Risshaldenweg 20
W-7313 Reichenbach a.F.(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
ES FR GB IT

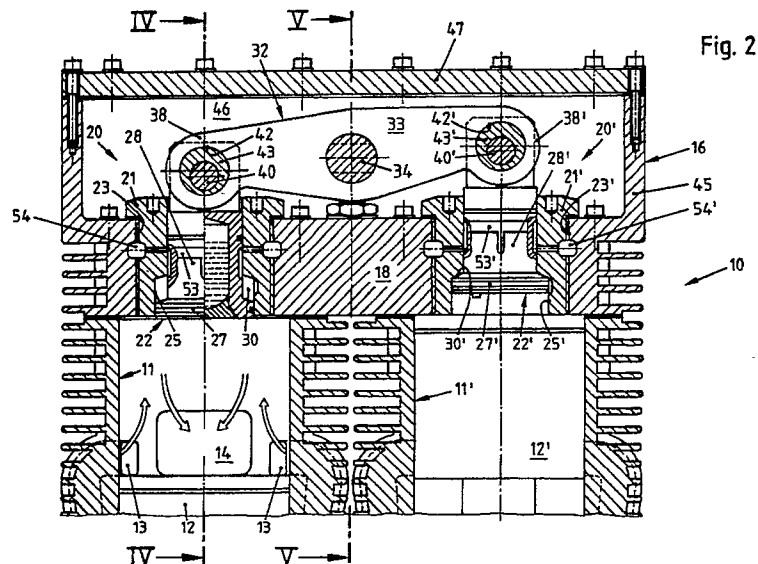
74 Vertreter: **Geitz, Heinrich, Dr.-Ing.**
Postfach 2708 Kaiserstrasse 156
W-7500 Karlsruhe 1(DE)

71 Anmelder: **Mayer, Werner**
Risshaldenweg 20

54 Kolbenbrennkraftmaschine.

57 Die Kolbenbrennkraftmaschine zum Betreiben mit gasförmigen oder flüssigen Kraftstoffen ist mit einem Kraftstoffzuführsystem zum Verdichten des Kraftstoffs ausgerüstet, das je Arbeitszylinder (11,11') einen diesem zylinderkopfseitig zugeordneten Kolbenverdichter (20,20') mit einem Verdichterszylinder und einem in diesem axialbeweglich aufgenommenen Stufenkolben (22,22') besitzt. Die größere Fläche des Stufenkolbens (22,22') ist mit dem Druck des Brennraums des zugeordneten Arbeitszylinders (11,11') beaufschlagt, während die kleinere Fläche des Stufenkolbens (22,22') den Kraftstoff ver-

dichtet, wenn im Brennraum des Arbeitszylinders der Druck ansteigt. Zwischen einem Kompressionsraum des Kolbenverdichters (20,20') und dem Brennraum des zugeordneten Arbeitszylinders erstreckt sich jeweils wenigstens ein Überströmweg, der eine in der Führungsbahn des Stufenkolbens liegende und von einer Steuerekante dieses Kolbens absper- bzw. freigebbare Ausmündung in den Brennraum besitzt. Es sind jeweils zwei Arbeitszylinder (11,11') mit gegenläufig bewegbaren Arbeitskolben einander zugeordnet und die Stufenkolben der Kolbenverdichter (20,20') sind gegenläufig zwangsgekoppelt.



EP 0 451 466 A1

Die Erfindung betrifft eine Kolbenbrennkraftmaschine zum Betreiben mit gasförmigen und/oder flüssigen Kraftstoffen mit einem Kraftstoffzuführsystem, das zum Verdichten von Kraftstoff je Arbeitszylinder einen diesem zylinderkopfseitig zugeordneten Kolbenverdichter mit einem Verdichterzylinder und einen in letzterem axialbeweglich aufgenommenen Stufenkolben besitzt, dessen größere Fläche mit dem Druck des Brennraums des zugeordneten Arbeitszylinders beaufschlagt ist und der mittels seiner kleineren Fläche den Kraftstoff verdichtet, wenn im Brennraum des Arbeitszylinders der Druck ansteigt, und mit wenigstens einem sich zwischen einem Kompressionsraum des Kolbenverdichters und dem Brennraum des Arbeitszylinders erstreckenden Überströmweg, der wenigstens eine in der Führungsbahn des Stufenkolbens liegende und von einer Steuerkante dieses Kolbens absperr- bzw. freigebbare Ausmündung in den Brennraum besitzt.

In der DE-PS 28 26 837 ist eine derartige Brennkraftmaschine beschrieben, bei der in aufeinanderfolgenden Arbeitstakten gasförmiger Brennstoff mittels eines jeweils im Zylinderkopf eines Arbeitszylinders angeordneten Kolbenverdichters mit einem auf seiner größeren Fläche mit dem Brennkammerdruck beaufschlagbaren Differentialkolben verdichtet und nach einem hier im einzelnen nicht interessierenden Gesetz im verdichteten und dadurch erhitzten Zustand in im Brennraum des zugeordneten Arbeitszylinders verdichtete Verbrennungsluft eingeblasen wird. Die Rückstellung des Verdichterkolbens und dabei das Ansaugen von Kraftstoff in einen Kompressionsraum des Verdichters erfolgt mittels einer rückseitigen Federkraftabstützung dieses Kolbens oder durch dessen anderweitige Betätigung in Gegenrichtung zum Verdichtungshub, wenn im Brennraum des Arbeitszylinders niedriger Druck anliegt.

Diese Brennkraftmaschine ist gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch verbessert worden, daß jeweils zwei Arbeitszylinder mit gegenläufig bewegbaren Arbeitskolben einander zugeordnet sind und daß die Stufenkolben der den jeweiligen Arbeitszylindern zugeordneten Kolbenverdichter zum Verdichten des Kraftstoffes gegenläufig zwangsgesekoppelt sind. Das hier entwickelte federlose Antriebssystem der Verdichterkolben ermöglicht das Arbeiten der Brennkraftmaschine auch bei sehr hohen Drehzahlen und vereinfacht deren Steuerung bei verschiedenen Betriebsbedingungen. Die Unterstützung der Bewegungen der Verdichterkolben durch einen Fremdantrieb bringt noch weitere Einsatzmöglichkeiten der Brennkraftmaschine mit sich, und zwar auch beim Betrieb mit verschiedenen Kraftstoffen. Bei dem Kraftstoff kann es sich insbesondere um gasförmige Brennstoffe und solche mit Gasbeimischungen, aber auch um flüssige Brenn-

stoffe in verdampfter oder vernebelter Form mit den verschiedenartigsten Gasbeimischungen, und zwar auch in Form von Abgasen oder Luft, handeln. Bei dem Verdichterhub des Kraftstoffverdichters kann sich dabei ein Teil des Kraftstoffes mit dem Sauerstoff in den Gasbeimischungen verbinden, Wärme erzeugen und den Rest des flüssigen Kraftstoffes verdampfen, wodurch eine Verbrennung weitestgehend ohne Rußpartikel stattfindet.

Charakteristisch für die Erfindung ist das Zusammenwirken von jeweils zwei Arbeitszylindern und entsprechend auch der Verdichterkolben der diesen Arbeitszylindern zugeordneten Kraftstoffverdichter. Durch die Zwangskopplung der Verdichterkolben wird dabei ein exakt gegenläufiger Betrieb der beiden Kraftstoffverdichter in Abhängigkeit von der gegenläufigen Betriebsweise der in den Arbeitszylindern aufgenommenen Arbeitskolben erreicht. Die Anzahl der Arbeitszylinder einer derartigen Brennkraftmaschine kann dabei beliebig ganzzahlig sein.

Obleich vielfältige Möglichkeiten einer Zwangskopplung der zusammenwirkenden Stufenkolben eines Kraftstoffverdichterpaars vorstellbar sind, ergibt sich eine besonders einfache bauliche Gestaltung, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung die Stufenkolben der Kolbenverdichter von einander zugeordneten Arbeitszylindern jeweils über einen Kipphebel mechanisch gegenläufig zwangsgesekoppelt sind.

Als ebenfalls zweckmäßig hat sich erwiesen, wenn die Enden des um eine rechtwinklig zu den Zylinderachsen der Verdichterzylinder verlaufende Achse schwenkbaren Kipphebels an Fortsätzen der Verdichterkolben angelenkt sind, die sich auf der vom zugeordneten Arbeitszylinder abgewandten Seite forterstrecken, und wenn im Anlenkbereich zwischen diesen Kolbenfortsätzen und den Kipphebelenden selbsttätig wirkende Mittel zum Ausgleich von Zwängungen bei der Kipphebelbewegung vorgesehen sind. Derartige Zwängungen ergeben sich dadurch, daß die Enden der um eine Lagerachse schwenkbaren Kipphebel sich auf Kreisbogenstücken mit der Kipphebel-Lagerachse als Mittelpunkt bewegen.

Als Mittel zum Ausgleich derartiger Zwängungen bei der Bewegung des Kipphebels können mit Vorteil die Kipphebelenden über selbst einstellende Exzenterlager an den Kolbenfortsätzen angelenkt sein, wobei jeweils eine von einem die Anlenkung vermittelnden Lagerzapfen durchdrungene Exzenterhülse frei drehbar in einer Lagerausnehmung im Kipphebel oder Kolbenfortsatz aufgenommen ist, während der Lagerzapfen dann im jeweils anderen Teil fest gelagert wird.

Alternativ dazu können zum Ausgleich von Zwängungen bei der Bewegung des Kipphebels dessen Enden auch jeweils über einen quer zur

Führung der Verdichterkolben bewegbaren und seinerseits von einem die Anlenkachse bildenden Lagerzapfen durchdrungenen Kulissenstein an den Kolbenfortsätzen in der Weise angelenkt sein, daß bei der gegenläufigen Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Kipphebelenden die Kulissensteine in den Führungen geringfügige Querbewegungen ausführen. Als zweckmäßig und baulich einfach hat sich dabei erwiesen, wenn die Kulissensteine in sich in Kipphebellängsrichtung in den Kipphebelenden erstreckenden Langlochführungen aufgenommen und demgemäß die Lagerzapfen fest in den Kolbenfortsätzen gelagert sind.

Bei einer anderen alternativen Ausgestaltung ist der Ausgleich von Zwängungen bei der Bewegung des Kipphebels durch die Anlenkung seiner Enden an die Fortsätze der Verdichterkolben mittels jeweils eines am Kipphebel einerseits und am betreffenden Kolbenfortsatz andererseits angelenkten und sich im wesentlichen in Achsrichtung des zugeordneten Verdichtersylinders erstreckenden Lenkers gekennzeichnet. Bei dieser Ausführungsform führen die Lenker bei der auf- und abwärts gerichteten Bewegung der Verdichterkolben geringfügige Schwenkbewegungen um die Anlenkpunkte an den Kolbenfortsätzen aus.

Bei dieser Ausgestaltung hat es sich auch als vorteilhaft erwiesen, wenn die jeweils einen Kolbenfortsatz mit einem Kipphebelende verbindenden Lenker einseitig mittels eines Kugelgelenks und anderenorts mittels eines Lagerzapfens angelenkt sind. Bei einer derartigen Ausbildung der Mittel zum Ausgleich von Zwängungen bei der Bewegung des Kipphebels können die an die Kipphebelenden angelenkten Stufenkolben der Kraftstoffverdichter um ihre Bewegungsachse gedreht werden, was dann sinnvoll erscheint, wenn die zum Verbrennungsraum des zugeordneten Arbeitszylinders hinweisende Seite des Verdichterkolbens als Steuerkontur ausgebildet ist, die in Abhängigkeit von der jeweiligen Drehstellung des betreffenden Stufenkolbens eine Veränderung des Zeitpunktes der Zufuhr hoch verdichteten und dabei erhitzten Kraftstoffs vom Kraftstoffverdichter in den Brennraum des jeweiligen Arbeitszylinders ermöglicht.

Eine konstruktiv einfache Lösung dieser Weiterbildung besteht darin, daß die kolbenfortsatzseitigen Enden der Lenker mit einer Lagerkugel versehen und letztere in Lagerpfannen der Kolbenfortsätze aufgenommen sind.

Es können aber auch, ebenfalls nach einer Weiterbildung der Erfindung, die Enden der Kipphebel als Zahnsegmente ausgebildet und mit diesen in Zahneingriff stehende Zahnstangen an den Kolbenfortsätzen angeordnet sein. Bei einer derartigen Ausbildung der Mittel zur Wirkverbindung der Kipphebelenden mit den Kolbenfortsätzen bedarf es keiner besonderen Maßnahmen zum Ausgleich

der Bewegung der Kipphebelenden auf Kreisbogenstücken, wenn der Mittelpunkt der Teilkreise der Zahnsegmente in der Lagerachse des Kipphebels liegt.

Eine andere wichtige Ausgestaltung der Erfindung ist durch einen von einer Nockenwelle abgeleiteten Fremdantrieb der mittels eines Kipphebels gegenläufig zwangsgekoppelten Stufenkolben der Kraftstoffverdichter gekennzeichnet, der zusätzlich zu den aus den Verbrennungsräumen der Arbeitszylinder wirkenden Beaufschlagungen der jeweils größeren Flächen der Stufenkolben auf letztere wirkt.

Dabei kann der Fremdantrieb einen über Stößel und Stoßstangen von der Nockenwelle angetriebenen Kipphebel besitzen und letzterer und der die Zwangssteuerung der Stufenkolben vermittelnde Kipphebel können drehfest auf einer gemeinsamen Lagerachse angeordnet sein, so daß die auf den zum Fremdantrieb gehörenden Kipphebel wirkenden Antriebsbewegungen unmittelbar auf den die Zwangskopplung der Stufenkolben von zwei einander zugeordneten Kraftstoffverdichtern übertragen werden.

Alternativ dazu kann aber auch vorgesehen sein, daß der Fremdantrieb je Kraftstoffverdichter einen von der Nockenwelle angetriebenen und am Kolbenfortsatz des jeweiligen Stufenkolbens angreifenden Kipphebel umfaßt, der dann mit seinem einen Ende mit dem zugeordneten Stufenkolben in geeigneter Wirkverbindung steht. Der Antrieb dieser zum Fremdantrieb gehörenden Kipphebel in Ableitung von der Nockenwelle kann in bekannter Weise über Stößel und Stoßstangen erfolgen, oder auch von einer obenliegenden Nockenwelle, wobei die an den Kolbenfortsätzen der Kraftstoffverdichter angreifenden Kipphebel dann mit einer Rolle als Nockenscheibenmitläufer ausgerüstet sein können. Auch kann bei dieser Weiterbildung vorgesehen sein, daß die von Stufenkolben der Kraftstoffverdichter abgewandten Enden der den Fremdantrieb vermittelnden Kipphebel in einstellbaren Anlenkpunkten gelagert sind, so beispielsweise an hinsichtlich des Anlenkpunktes einstellbaren Stößeln.

Die Ausgestaltung mit einem zusätzlichen Fremdantrieb der Stufenkolben in Ableitung von der Nockenwelle kann auch gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung durch einen hydraulisch wirkenden Fremdantrieb mit je einer von der Nockenwelle angetriebenen Pumpe und je einem jeweils mit einer Pumpe über eine Hydroleitung wirkverbundenen sowie an einem Kolbenfortsatz angreifenden Hydrozylinder gekennzeichnet sein dergestalt, daß bei jedem Arbeitshub der von der Nockenwelle angetriebenen Förderpumpe eine Beaufschlagung des letzterer zugeordneten Hydrozylinders erfolgt, der unmittelbar am Kolbenfortsatz eines Stufenkolbens angreift und dadurch diesen

gegenläufig zu dem anderen zwangsgekoppelten Stufenkolben antreibt. Als vorteilhaft hat sich dabei erwiesen, wenn in jede der Hydraulikleitungen ein einstellbares Dämpfungsglied eingeschaltet ist.

Im Interesse einer wahlweisen Veränderbarkeit des Beginns der Brennstoffzufuhr zum jeweiligen Verbrennungsraum kann auch der Drehwinkel der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle des Motors einstellbar sein und schließlich können die den Fremdantrieb vermittelnden Nocken auch so gestaltet sein, daß die Kraftstoffzufuhr zu den Verbrennungsräumen nach einem vorgegebenen Gesetz erfolgt.

Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine ist gleichermaßen als Zweitakt- und als Viertaktmaschine ausführbar.

Anhand der beigefügten Zeichnungen sollen nachstehend einige Ausführungsformen der Erfindung erläutert werden. In schematischen Ansichten zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Zweizylinder-Brennkraftmaschine bei Weglassung der Zylinderkopfabdeckung,

Fig. 2 einen der Schnittlinie II-II in Fig. 1 entsprechenden Längsschnitt durch die beiden Arbeitszylinder und den Zylinderkopf der Brennkraftmaschine mit je einem den Arbeitszylindern zylinderkopfseitig zugeordneten Kraftstoffverdichter und einer die Verdichterkolben zwangskoppelnden Kipphebelanordnung,

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 2,

Fig. 4 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie IV-IV in Fig. 2 durch den Zylinderkopf und einen Zylinder der Brennkraftmaschine,

Fig. 5 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie V-V in Fig. 2 durch den Zylinderkopf der Brennkraftmaschine,

Fig. 6 in einer Ausschnittansicht die Anlenkung eines Verdichterkolbens an einen Kipphebel über einen in einer Langlochausnehmung am Ende des Kipphebels verschiebbar aufgenommenen Kulissenstein,

Fig. 7 in einer Ansicht ähnlich Fig. 6 die Anlenkung eines Kipphebelendes an einen Verdichterkolben mittels eines zwischengeschalteten Lenkers,

Fig. 8 in einer Ansicht wie in Fig. 7 die Anlenkung eines Kipphebelendes an einen Verdichterkolben ebenfalls mittels eines zwischengeschalteten Lenkers, wobei aber kolbenfortsatzseitig ein Kugelgelenk vorgesehen ist,

Fig. 9 die Zwangskopplung des Kipphebels mit einem Verdichterkolben über eine letzterem zugeordnete Zahnstange und ein damit zusammenwirkendes Zahnsegment am Kipphebelende,

Fig. 10 einen von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine abgeleiteten Fremdantrieb für zwei zwangsgekoppelte Verdichterkolben,

Fig. 11 einen zu der Ausführungsform nach Fig. 10 alternativen Antrieb der Verdichterkolben in Ableitung von einer Nockenwelle,

Fig. 12 eine andere Alternativausbildung eines Fremdantriebs der Verdichterkolben in Ableitung von einer obenliegenden Nockenwelle und

Fig. 13 eine zu Fig. 10 alternative Ausbildung eines hydraulisch wirkenden Fremdantriebs für zwei zwangsgekoppelte Verdichterkolben in Ableitung von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine.

Bei der in den Fig. 1 bis 5 veranschaulichten Brennkraftmaschine handelt es sich um einen luftgekühlten Zweizylinder-Zweitaktmotor 10 mit in Parallelage nebeneinander angeordneten Arbeitszylindern 11, 11' und gegenläufig arbeitenden Kolben 12, 12'. In den Arbeitszylindern münden die Zylinderwandungen durchbrechende Zuströmöffnungen 13 für Verbrennungsluft bzw. ein Brennstoff-Luftgemisch und Abströmöffnungen 14 für Abgase aus, die in bekannter Weise von den Oberkanten der Arbeitskolben 12, 12' gesteuert werden, was indes hier nicht weiter interessiert.

Auf den Arbeitszylindern ist ein diese oberseitig abschließender Zylinderkopf 16 aufgenommen. Der Zylinderkopf umfaßt eine in bekannter Weise mit den Arbeitszylindern unter Zwischenlage von Zylinderkopfdichtungen 17 verschraubte Zylinderkopfplatte 18, in der koaxial zu jedem Arbeitszylinder ein Kolbenverdichter 20, 20' zum Verdichten und Zuführen von Kraftstoff zu den Verbrennungsräumen der Arbeitszylinder angeordnet ist. Dabei kann es sich um gasförmigen Kraftstoff, ein Kraftstoff-Luftgemisch, aber auch um ein Gemisch aus Kraftstoff und Verbrennungsabgasen, Erdgas oder Wasserstoff handeln, ohne damit die einsetzbaren Gemische erschöpfend aufzuzählen.

Bei den Kraftstoffverdichtern 20, 20' handelt es sich um Kolbenverdichter mit jeweils einer Zylinderbuchse 21, 21' und einem in dieser axialbeweglich aufgenommenen Stufenkolben 22, 22'. Die Zylinderbuchsen sind in Ausnehmungen 23, 23' eingeschraubt, die sich koaxial zu den beiden Arbeitszylindern 12, 12' durch die Zylinderkopfplatte 18 hindurcherstrecken. Die Zylinderbuchsen 21, 21'

sind mit abgestuften Zylinderbohrungen 24, 25 bzw. 24', 25' versehen, und zwar in der Weise, daß die vom jeweiligen Arbeitszylinder 11, 11' abgewandte Bohrung 24, 24' einen kleineren Durchmesser als die dem Arbeitszylinder zugekehrte Bohrung 25, 25' aufweist. Entsprechend den abgestuften Ausbildungen der Zylinderbohrungen haben die in den Zylinderbuchsen aufgenommenen Stufenkolben 22, 22' jeweils einen dem zugeordneten Arbeitszylinder zugewandten Kolbenabschnitt 27, 27', der strömungsmitteldicht in der erweiterten Zylinderbohrung 25, 25' geführt ist, und einen dem gegenüber kleineren Durchmesser aufweisenden Kolbenschaft 28, 28', der in dem vom jeweiligen Arbeitszylinder entfernten Bohrungsabschnitt 24, 24' des Verdichterzylinders strömungsmitteldicht geführt ist. Insoweit sind in der Zeichnung nur zwei diese Abdichtung vermittelnde Kolbenringe je Verdichterkolben schematisch angedeutet.

Bei den Verdichterkolben handelt es sich um Stufenkolben und die Kompressionsräume 30, 30' zum Verdichten des Kraftstoffes befinden sich im Bereich der erweiterten Zylinderbohrungen 25, 25' der Zylinderbuchsen, die auf der zu dem jeweiligen Arbeitszylinder hinweisenden Seite von dem Kolbenabschnitt 27, 27' abgeschlossen sind, der gegenüber dem Kolbenschaft 28, 28' größeren Durchmesser aufweist.

Die Verdichterkolben 22, 22' der den beiden Arbeitszylindern 11, 11' zylinderkopfseitig zugeordneten Kraftstoffverdichter 20, 20' sind mittels einer Kipphebelanordnung 32 gegenläufig zwangsgekoppelt. Dieser Zwangskopplung dient ein Kipphebel 33, der symmetrisch zu den Achsen der Arbeits- und Verdichterzylinder um eine Lagerachse 34 schwenkbar auf einer Lagerkonsole 35 aufgenommen ist. Die Lagerkonsole 35 ist ihrerseits auf mit der Zylinderkopfplatte 18 verschraubten Stehbolzen 36, 36' höhen einstellbar angeordnet und bildet die Lagerachse 34 für den Kipphebel 33, die rechtwinklig zu den Zylinderachsen verläuft. An den von der genannten Lagerachse entfernten Enden 38, 38' des Kipphebels sind die Stufenkolben 22, 22' der Kraftstoffverdichter 20, 20' angelenkt. Zu diesem Zwecke erstrecken sich auf den von den Arbeitszylindern abgewandten Seiten von den Kolbenschaften 28, 28' der Verdichterkolben gabelartige Fortsätze 39, 39' fort, zwischen denen jeweils die Enden 38, 38' des Kipphebels aufgenommen sind. Die Anlenkung vermitteln Lagerzapfen 40, 40', welche die genannten Fortsätze und die Enden der Kipphebel durchdringen.

In Ausnehmungen 42, 42', welche die Kipphebelenden durchdringen, sind Exzenterlager 43, 43' aufgenommen, die ihrerseits von den im übrigen fest in den gabelartigen Fortsätzen 39, 39' der Kolbenschaften 28, 28' gelagerten Lagerzapfen 40, 40' durchdrungen werden. Die Exzenterlager 43,

43' erfahren bei der Auf- und Abwärtsbewegung der Stufenkolben eine begrenzte Drehung in den sie aufnehmenden Lagerausnehmungen 42, 42'. Dadurch werden Zwängungen selbsttätig vermieden, die ansonsten in den Anlenkpunkten der Kipphebelenden an die Verdichterkolben auftreten müßten, weil die Kipphebelenden sich auf Kreisbogenstücken bewegen.

Angesichts der vorstehend erläuterten Zwangskopplung der Verdichterkolben 22, 22' mittels des an der mit der Zylinderkopfplatte 18 verbundenen Lagerkonsole 35 gelagerten Kipphebels 33 können die Verdichterkolben der den beiden Arbeitszylindern 11, 11' zugeordneten Kraftstoffverdichter 20, 20' nur gegenläufige Bewegungen ausführen.

Auf der von den Arbeitszylindern 11, 11' abgewandten Seite erstrecken sich von der mit den Arbeitszylindern verschraubten Zylinderkopfplatte 18 außenseitige Wandabschnitte 45 fort, die einen die Kipphebelanordnung 32 aufnehmenden Hohlraum 46 umschließen, der oberseitig mittels eines mit den genannten Wandabschnitten verschraubten Deckels 47 abgeschlossen ist. Symmetrisch zu den im Zylinderkopf aufgenommenen Kraftstoffverdichtern 20, 20' sind die sich nach oben von der Zylinderkopfplatte 18 forterstreckenden Wandabschnitte 45 von Luftführungskanälen 48, 48' durchbrochen. Statt Luft kann in den Arbeitszylinder 11, 11' auch ein Kraftstoff-Luft-Gemisch eingeführt werden, aber das ändert an der Arbeitsweise der Brennkraftmaschine nichts. Während der eine Luftführungskanal 48 mit einer Luftzufuhrleitung 49 in Verbindung steht, mündet der andere Luftführungskanal 48' in einen Krümmer 50 aus, der sich bogenförmig abwärts in den Bereich der Arbeitszylinder 11, 11' erstreckt und an ein seinerseits mit den Lufteintrittsöffnungen 13 der Arbeitszylinder in Verbindung stehendes Verzweigungsteil 51 angeschlossen ist. Angesichts dieser Anordnung wird die in Abhängigkeit von der Bewegung der Arbeitskolben 12, 12' in die Arbeitszylinder 11, 11' einströmende Verbrennungsluft durch den die Kipphebelanordnung 32 aufnehmenden Raum 46 des Zylinderkopfs hindurchgeführt. Ferner mündet in den mit der Luftzufuhrleitung 49 verbundenen Lufteinlaßkanal 48 eine Einspritzdüse 52 zum Einspritzen von Schmieröl in die Verbrennungsluft ein. Die in der Verbrennungsluft mitgeführten Schmierölpartikel können auch die Schmierung der Teile im Kurbelgehäuse der Brennkraftmaschine bewirken.

Wie insbesondere die Fig. 2 bis 4 zeigen, sind die Zylinderkopfplatte 18 und/oder die Zylinderbuchsen 21, 21' der Kraftstoffverdichter 20, 20' etwa in der Mitte der Längserstreckung der die Kolbenschaften 28, 28' führenden Zylinderbohrungen 24, 24' mit radialen Ringnuten 54, 54' versehen und jeweils im Bereich dieser Ringnuten mündet eine sich durch die Zylinderkopfplatte 18 er-

streckende Querbohrung 55 aus, in die die Zufuhrleitung 65 für gasförmige bzw. verdampfte Kraftstoffe oder Gasbeimischungen, sowie die Zufuhrleitung 66 für flüssige Kraftstoffe führen. Selbstverständlich können die gasförmigen und/oder flüssigen Kraftstoffe auch auf eine andere Art und Weise zusammengeführt werden und dann gemeinsam in die Querbohrung 55 eintreten. Von den Ringnuten erstrecken sich über den Umfang verteilt mehrere Radialbohrungen 57, 57' fort, die innerhalb der die Kolbenschäfte 28, 28' der Verdichterkolben führenden Zylinderbohrung 24, 24' ausmünden. In entsprechender Anzahl und über den Umfang verteilter Anordnung sind in die Kolbenschäfte Ringnuten 53, 53' und Längsnuten 58, 58' eingestochen, die jeweils auf der vom zugeordneten Arbeitszylinder abgewandten Seite vor dem auf dem jeweiligen Kolbenschaft aufgenommenen Kolbenring enden und sich um ein solches Maß in Richtung auf die erweiterten Abschnitte des Stufenkolbens forterstrecken, daß die Kompressionsräume 30, 30' der Kraftstoffverdichter mit der in die Zylinderbuchsen eingestochenen Ringnut 54, 54' in Verbindung stehen, wenn sich die Verdichterkolben 22, 22' in ihren unteren Lagen befinden. Diese Stellung der Verdichterkolben zeigen die linken Hälften der Fig. 2 und 3. Wenn sich die Verdichterkolben aus ihren erwähnten unteren Stellungen nach der von den zugeordneten Arbeitszylindern 11, 11' abgewandten Seite bewegen, gelangen die den erweiterten Kolbenabschnitten 27, 27' zugewandten Enden der Längsnuten 58, 58', die Überströmkanäle bilden, in den Bereich der die Kolbenschäfte führenden Zylinderbohrungen 24, 24', womit die Kompressionsräume 30, 30' der Kolbenverdichter von der die Kraftstoffzufuhr vermittelnden Ringnut 54, 54' in den Zylinderbuchsen abgesperrt sind.

Fig. 4 und die linke Hälfte von den Fig. 2 und 3 zeigen den Arbeitskolben 12 des - in Fig. 2 linken - Arbeitszylinders 11 in seiner untersten Stellung, in der die Abgasauslaßöffnung 14 und die Lufteinlaßöffnungen 13 offen sind. Die Anordnung dieser Öffnungen zeigt, daß bei niedergehendem Arbeitskolben 12 zunächst die Abgasauslaßöffnung 14 und erst bei weiter fortschreitendem Niedergang des Arbeitskolbens die Lufteinlaßöffnungen 13 freigegeben werden. Demgemäß strömen zunächst nach Freigabe der Abgasauslaßöffnung 14 die Abgase aus dem Verbrennungsraum des Arbeitszylinders aus und über eine angeschlossene Abgasleitung 60, 60' ab, bevor der Arbeitskolben die Lufteinlaßöffnungen 13 freigibt und mit eingespritztem Schmieröl angereicherte Frischluft in den Arbeitszylinder unter Verdrängung noch verbliebener Restabgase einströmt.

Korrespondierend zur Stellung des Arbeitskolbens 12 des in Fig. 2 linken Arbeitszylinders 11 steht der Stufenkolben 22 des diesem Arbeitszylinder

der zugeordneten Kraftstoffverdichters 20 ebenfalls in seiner untersten Stellung, in der die mit einer nicht weiter dargestellten Kraftstoffzuleitung in Verbindung stehende Ringnut 54 in der Zylinderbuchse 21 über die Radialbohrungen 57, die Ringnut 53 und die Längsnuten 58 im Kolbenschaft mit dem Kompressionsraum 30 des Kraftstoffverdichters verbunden ist. In dieser Betriebsstellung hat der Verdichterkolben 22 von dem Augenblick an, in dem die unteren Enden der Längsnuten 58 das obere Ende des Kompressionsraumes 30 überfahren haben, Kraftstoff in den Kompressionsraum eingesaugt.

Fig. 2 zeigt, daß bei unten stehendem Arbeitskolben 12 des einen Arbeitszylinders 11 und dementsprechend unten stehendem Stufenkolben 22 des diesem Arbeitszylinder zugeordneten Kraftstoffverdichters 20 der Arbeitskolben 12' des anderen Arbeitszylinders 11' und dementsprechend auch der Stufenkolben 22' des zugeordneten Kraftstoffverdichters 20' in seiner oberen Stellung stehen.

In der aus der rechten Hälfte aus Fig. 2 ersichtlichen oberen Stellung des Arbeitskolbens 12' ist die im Verbrennungsraum dieses Arbeitszylinders eingeschlossene Verbrennungsluft hoch verdichtet und der Druck dieser hoch verdichteten Verbrennungsluft wirkt unterseitig auf die größere Beaufschlagungsfläche 62' des Stufenkolbens 22', der mit seiner kleineren, dem Kompressionsraum 30' des Kolbenverdichters 20' zugewandten Ringfläche 63' auf den in diesem Kompressionsraum eingeschlossenen gasförmigen Brennstoff wirkt und diesen verdichtet, bis die dem Arbeitszylinder zugewandte Unterkante des Stufenkolbens 22' zumindest eine sich vom Kompressionsraum 30' in Richtung auf den Arbeitszylinder erstreckende Überströmöffnung 64' freigibt und der hoch verdichtete und dabei erhitzte Brennstoff über diesen Überströmkanal in den Brennraum des Arbeitszylinders einströmt.

Beim Einströmen des verdichteten Brennstoffes in die ebenfalls verdichtete Verbrennungsluft tritt Selbstzündung ein. Die sich bei der Verbrennung ausbreitenden Verbrennungsgase bewirken dann eine Abwärtsbewegung des betreffenden Arbeitskolbens, während der Arbeitskolben des anderen Zylinders eine Aufwärtsbewegung erfährt und dabei in dem zugeordneten Arbeitszylinder eingeschlossene Verbrennungsluft verdichtet. Sobald der abwärtsgehende Arbeitskolben in dem einen Arbeitszylinder die Abgasauslaßöffnung dieses Zylinders überfahren hat, tritt schlagartig eine Entspannung in diesem Arbeitszylinder ein mit der Folge, daß der Stufenkolben des zugeordneten Kraftstoffverdichters angesichts der Zwangskoppelung mit dem Stufenkolben des anderen Kolbenverdichters und der unterseitigen Beaufschlagung dieses Stu-

fenkolbens eine Abwärtsbewegung ausführt. Dies hat zur Folge, daß in den Kompressionsraum dieses Kolbenverdichters Kraftstoff eingesaugt wird, während gleichzeitig die Kraftstoffverdichtung im Kompressionsraum des anderen Kraftstoffverdichters erfolgt.

Fig. 6 veranschaulicht die Anlenkung eines Kipphebelendes 138 an den Fortsatz 139 eines Stufenkolbens 122 über einen Kulissenstein 170, der in einem am Ende des Kipphebels 133 angeordneten und sich in Kipphebellängsrichtung erstreckenden Langloch 171 hin- und herbeweglich aufgenommen ist. Der Kulissenstein ist im übrigen von einem Lagerzapfen 140 durchdrungen, der fest am Fortsatz des Stufenkolbens gelagert ist und mithin den eigentlichen Anlenkpunkt des Stufenkolbens an den Kipphebel vermittelt. Durch den hin- und herbeweglich in dem Langloch 171 am Kipphebelende aufgenommenen Kulissenstein sind in gleicher Weise wie durch die Exzenterlager 43, 43' bei der oben beschriebenen Ausführungsform Zwängungen bei den Schwenkbewegungen des Kipphebels um seine Lagerachse vermieden.

Die Ausführungsform nach Fig. 7 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 6 dadurch, daß zwischen dem Ende 238 des Kipphebels 233 und dem Schaft des Stufenkolbens 222 des Kraftstoffverdichters ein Lenker 274 angeordnet und gleichermaßen mit dem Kipphebelende und mit dem Stufenkolbenfortsatz mittels je eines Lagerzapfens 240, 275 gelenkig verbunden ist. Dieser Lenker erstreckt sich im wesentlichen in Richtung der Achse des Verdichterzylinders und mithin in der Bewegungsrichtung des Stufenkolbens. Da der von dem die Verbindung des Kipphebelendes mit dem genannten Lenker vermittelten Lagerzapfen 240 gebildete Anlenkpunkt bei den Auf- und Abwärtsbewegungen des Kipphebels um seine Anlenkachse auf einer Kreisbogenbahn verläuft, erfährt der Lenker im Betrieb geringfügige Schwenkbewegungen um seine Anlenkachse am Stufenkolbenfortsatz, wodurch Zwängungen vermieden sind.

Auch bei der Ausführungsform nach Fig. 8 ist das Ende 338 des Kipphebels 333 mit dem Fortsatz des Stufenkolbens 322 mittels eines über einen Lagerzapfen 375 angelenkten Lenkers 374 und eine in einer Kugelpfanne 376 des Stufenkolbenfortsatzes aufgenommene Lagerkugel 377 verbunden. Gehalten ist die Lagerkugel 377 in der Kugelpfanne 376 mittels einer auf den Stufenkolbenfortsatz aufgeschraubten Kappe 378, die in der Art einer Überwurfmutter ausgebildet ist. Ein sich von der Lagerkugel 377 forterstreckender Schaft 379 durchdringt die Kappe 378 und ist mit dem vom Lagerzapfen 375 entfernten Ende des Lenkers 374 verschraubt sowie mittels einer Kontermutter 380 gesichert. Angesichts der Ausbildung des Anlenkpunktes am Fortsatz des Stufenkolbens 322 als

Kugelgelenk ist der Stufenkolben des Kraftstoffverdichters um seine Längsachse drehbar. Der Stufenkolben besitzt an seinem zur Brennkammer des zugeordneten Arbeitszylinders hinweisenden Seite eine schräg verlaufende Steuerkante 382, mittels der durch Drehung des Stufenkolbens um seine Längsachse eine Einstellung des Zeitpunktes der Freigabe der Überströmkanäle vom Kompressionsraum des Brennstoffverdichters zum Brennraum des zugeordneten Arbeitszylinders und damit eine Steuerung der Kraftstoffzufuhr zum Verbrennungsraum dieses Arbeitszylinders sowie eine Steuerung der Verdichtung und Erhitzung des Kraftstoffes möglich ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 schließlich ist der Fortsatz des Stufenkolbens 422 mit einer Zahnstange 480 ausgerüstet und das Ende des Kipphebels 433 als mit dieser Zahnstange zusammenwirkendes Zahnsegment 481 ausgebildet. Der Teilkreismitelpunkt des Zahnsegmentes liegt in der Kipphebelschwenkachse, so daß bei dieser Ausführungsform es keiner Maßnahmen zur Verhinderung von Zwängungen bei der Kipphebelbewegung bedarf.

Bei den bisher erörterten Ausführungsformen werden die mittels eines um eine Lagerachse schwenkbaren Kipphebels zwangsgekoppelten Stufenkolben der beiden Kraftstoffverdichter allein durch die wechselseitigen Beaufschlagungen ihrer zum Brennraum des jeweiligen Arbeitszylinders hinweisenden Flächen angetrieben. Fig. 10 hingegen zeigt eine Ausführungsform mit Fremdantrieb der zwangsgekoppelten Stufenkolben von zwei einander zugeordneten Kraftstoffverdichtern in Ableitung von einer Nockenwelle 500 der Brennkraftmaschine. Der Fremdantrieb dient zur Unterstützung der Verdichtung des Kraftstoffes durch die Kolbenverdichter, stabilisiert deren Bewegungen und bewirkt eine exakte Steuerung des Ablaufs des Verbrennungsprozesses.

Bei dieser Ausführungsform ist der die Zwangskopplung der Stufenkolben vermittelnde Kipphebel drehfest auf einer Lagerachse 534 aufgenommen, auf der in axialem Abstande von diesem Kipphebel ein weiterer Kipphebel 501 angeordnet ist. Dieser zweite Kipphebel wird in an sich bekannter Weise von der mit Exzenternocken 502, 502' versehenen Nockenwelle 500 über Stoßstangen 503, 503' und Stößel 504, 504' mit Rollen 505, 505' als Kurvenscheibenmitläufer angetrieben. Zum Spielausgleich sind in diesem Antriebssystem in bekannter Weise Einstellschrauben 506, 506' vorgesehen, was indessen keiner Erläuterung bedarf.

Der von der Nockenwelle 500 abgeleitete Antrieb des zweiten Kipphebels 501 wird angesichts dessen drehstarrer Verbindung mit dem die Zwangskopplung der Stufenkolben vermittelnden Kipphebel auf die Stufenkolben übertragen und

wirkt somit unterstützend zu der Beaufschlagung der jeweils zum Brennraum des zugeordneten Arbeitszylinders hinweisenden Beaufschlagungsfläche der Verdichterkolben.

Auch die Ausführungsform nach Fig. 11 zeigt in Ableitung von einer Nockenwelle 600 der Brennkraftmaschine einen Fremdantrieb der im übrigen mittels eines ersten Kipphebels 633 zwangsgekoppelten Stufenkolben 622, 622' in der Weise, daß jeweils am Fortsatz eines Stufenkolbens ein um eine Anlenkachse 608 schwenkbarer weiterer Kipphebel 601 angreift, der seinerseits über eine Stoßstange 603 und einen Stößel 604 mit einem am Exzenternocken 602 der Nockenwelle 600 angreifenden Mitläufer 605 angetrieben wird. Der Fremdantrieb des zweiten Stufenkolbens ist in gleicher Weise ausgebildet und der diesem Fremdantrieb zugeordnete weitere Kipphebel 601' ist auf der gleichen Lagerachse 608 wie der in der Zeichnung veranschaulichte Kipphebel 601 aufgenommen und wird von einem Nocken 602' angetrieben.

In Fig. 12 ist ein zu Fig. 11 alternativer Fremdantrieb der ihrerseits über einen Kipphebel 733 zwangsgekoppelten Stufenkolben 722, 722' veranschaulicht, der von einer obenliegenden Nockenwelle 700 abgeleitet ist. Der in der Zeichnung veranschaulichte Kipphebel 701 greift mit seinem einen Ende am Fortsatz des betreffenden Stufenkolbens an und ist mit seinem anderen Ende mittels einer Anlenkachse 708 an einem einstellbaren Stößel 707 schwenkbar gelagert. Etwa in der Mitte der Längenerstreckung dieses Kipphebels ist an letzterem eine mit dem betreffenden Exzenternocken 702 der Nockenwelle 700 zusammenwirkende Mitläuferrolle 705 angeordnet. Der auf den zweiten Stufenkolben der paarweise einander zugeordneten Kraftstoffverdichter wirkende Fremdantrieb ist in gleicher Weise ausgebildet, liegt aber hinter der in der Zeichnung veranschaulichten Kipphebelanordnung und wird von einem Nocken 702' angetrieben. Während es sich bei den Ausführungsformen nach den Fig. 10 bis 12 um eine mechanische Übertragung der von einer Nockenwelle abgeleiteten Bewegungen des Fremdantriebs für die Stufenkolben handelt, veranschaulicht Fig. 13 einen derartigen Fremdantrieb mit einem hydraulischen Übertragungssystem. Demgemäß sind die über Mitläuferrollen 805, 805' mit den Exzenternocken 802, 802' der Nockenwelle 800 zusammenwirkenden Stößel 804, 804' als Hydraulikpumpen ausgebildet und stehen über jeweils eine Hydraulikleitung 809, 809' mit Hydrozylindern 810, 810' in Wirkverbindung, die unmittelbar an den Fortsätzen der mittels eines um eine Lagerachse 834 schwenkbar gelagerten Kipphebels 833 zwangsgekoppelten Verdichterkolben 822, 822' angreifen und diese in Abhängigkeit von ihrer Hydraulikmittelbeaufschlagung antreiben. Die Kipphebelenden sind in der

oben in Verbindung mit Fig. 6 erläuterten Weise über in Längsführungen aufgenommene Kulissensteine an den Fortsätzen der Verdichterkolben angelenkt. Jedes der Hydraulikmittelsysteme ist zusätzlich mit einem einstellbaren Dämpfer 811, 811' ausgerüstet und die beiden Hydrauliksysteme sind an eine gemeinsame Hydraulikmittel-Versorgungsleitung 812 über Rückschlagventile 813, 813' angeschlossen, die eine Befüllung der Systeme mit Hydraulikmittel gestatten, letztere hingegen in Richtung zu der Versorgungsleitung absperren.

Patentansprüche

1. Kolbenbrennkraftmaschine zum Betreiben mit gasförmigen und/oder flüssigen Kraftstoffen mit einem Kraftstoffzuführsystem, das zum Verdichten von Kraftstoff je Arbeitszylinder einen diesem zylinderkopfseitig zugeordneten Kolbenverdichter mit einem Verdichterzylinder und einen in letzterem axialbeweglich aufgenommenen Stufenkolben besitzt, dessen größere Fläche mit dem Druck des Brennraums des zugeordneten Arbeitszylinders beaufschlagt ist und der mittels seiner kleineren Fläche den Kraftstoff verdichtet, wenn im Brennraum des Arbeitszylinders der Druck ansteigt, und mit wenigstens einem sich zwischen einem Kompressionsraum des Kolbenverdichters und dem Brennraum des Arbeitszylinders erstreckenden Überströmweg, der wenigstens eine in der Führungsbahn des Stufenkolbens liegende und von einer Steuerkante dieses Kolbens absper- bzw. freigebbare Ausmündung in den Brennraum besitzt, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei Arbeitszylinder (11, 11') mit gegenläufig bewegbaren Arbeitskolben (12, 12') einander zugeordnet sind und daß die Stufenkolben (22, 22') der Kolbenverdichter (20, 20') dieser Arbeitszylinder gegenläufig zwangsgekoppelt sind.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufenkolben (22, 22') der Kolbenverdichter (20, 20') einander zugeordneter Arbeitszylinder jeweils über einen Kipphebel (33) mechanisch gegenläufig zwangsgekoppelt sind.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden (38, 38') des um eine rechtwinklig zu den Zylinderachsen der Verdichterzylinder verlaufende Achse (34) schwenkbaren Kipphebels (33) an Fortsätzen (39, 39') der Verdichterkolben (22, 22') angelenkt sind, die sich auf der vom zugeordneten Arbeitszylinder (11, 11') abgewandten Seite

- forterstrecken, und daß im Anlenkbereich zwischen diesen Kolbenfortsätzen und den Kipphebelenden selbsttätig wirkende Mittel zum Ausgleich von Zwängungen bei der Kipphebelbewegung vorgesehen sind.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zum Ausgleich von Zwängungen bei der Bewegung des Kipphebels (33) dessen Enden (38, 38') über selbst einstellende Exzenterlager an den Kolbenfortsätzen (39, 39') angelenkt sind, wobei jeweils eine von einem die Anlenkung vermittelnden Lagerzapfen (40, 40') durchdrungene Exzenterhülse (43, 43') frei drehbar in einer Lageraufnahme (42, 42') im Kipphebel oder Kolbenfortsatz aufgenommen ist.
5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zum Ausgleich von Zwängungen bei der Bewegung des Kipphebels (133) dessen Enden jeweils über einen quer zur Führung der Verdichterkolben bewegbaren und seinerseits von einem die Anlenkachse bildenden Lagerzapfen (140) durchdrungenen Kulissenstein (170) an den Kolbenfortsätzen angelenkt sind.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kulissensteine (170) in sich in Kipphebellängsrichtung erstreckenden Langlochführungen (171) der Kipphebelenden aufgenommen und demgemäß die Lagerzapfen fest in den Kolbenfortsätzen gelagert sind.
7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die Anlenkung der Enden des Kipphebels an die Fortsätze der Verdichterkolben mittels jeweils eines am Kipphebel (233) einerseits und am betreffenden Kolbenfortsatz andererseits angelenkten und sich im wesentlichen in Achsrichtung des zugeordneten Verdichterkolben erstreckenden Lenkers (274).
8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweils einen Kolbenfortsatz mit einem Kipphebelende verbindenden Lenker (374) einenends mittels eines Kugelgelenks (376, 377) und anderenends mittels eines Lagerzapfens (375) angelenkt sind.
9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die kolbenfortsatzseitigen Enden der Lenker (374) mit einer Lagerkugel (377) versehen und daß diese in Lagerpfannen (376) der Kolbenfortsätze aufgenommen sind.
10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden des Kipphebels (433) als Zahnsegmente (481) ausgebildet und mit diesen in Zahneingriff stehende Zahnstangen (480) an den Kolbenfortsätzen angeordnet sind.
11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 10, gekennzeichnet durch einen von einer Nockenwelle abgeleiteten Fremdantrieb der mittels eines Kipphebels gegenläufig zwangsgekoppelten Stufenkolben der Kraftstoffverdichter.
12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Fremdantrieb einen über Stößel (504, 504') und Stoßstangen (503, 503') von der Nockenwelle (500) angetriebenen Kipphebel (501) besitzt und daß letzterer mit dem die Zwangskopplung der Stufenkolben vermittelnden Kipphebel drehfest auf einer gemeinsamen Lagerachse (534) angeordnet ist.
13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Fremdantrieb je Kraftstoffverdichter einen von der Nockenwelle (600) angetriebenen und am Kolbenfortsatz des jeweiligen Stufenkolbens angreifenden Kipphebel (601, 601') umfaßt.
14. Brennkraftmaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die an den Kolbenfortsätzen der Kraftstoffverdichter angreifenden Kipphebel (701, 701') von einer obenliegenden Nockenwelle (700) angetrieben und je mit einer Rolle als Nockenmitläufer versehen sind.
15. Brennkraftmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Stufenkolben der Kraftstoffverdichter abgewandten Enden der den Fremdantrieb vermittelnden Kipphebel (701, 701') in einstellbaren Anlenkpunkten (708, 708') gelagert sind.
16. Brennkraftmaschine nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch die Anlenkung der von den Stufenkolben abgewandten Enden der den Fremdantrieb vermittelnden Kipphebel (701, 701') an einstellbaren Stößeln (707, 707').
17. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen hydraulisch wirkenden Fremdantrieb mit je einer von der Nockenwelle (800) angetriebenen Pumpe (804, 804') und je einem jeweils mit einer Pumpe über eine Hydraulikleitung (809, 809') wirkverbundenen sowie an einem Kolbenfortsatz angreifen-

den Hydrozylinder (810, 810').

18. Brennkraftmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß in jede der Hydraulikleitungen (809, 809') ein einstellbares Dämpfungsglied (811, 811') eingeschaltet ist. 5
19. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehwinkel der Nockenwelle (500, 600, 700, 800) gegenüber der Kurbelwelle des Motors zwecks wahlweiser Veränderung des Beginns der Brennstoffzufuhr zum Verbrennungsraum einstellbar ist. 10
20. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 19, gekennzeichnet durch die Gestaltung der den Fremdantrieb vermittelnden Nocken dergestalt, daß die Kraftstoffzufuhr zum Verbrennungsraum jeweils nach einem vorgegebenen Gesetz erfolgt. 15 20

25

30

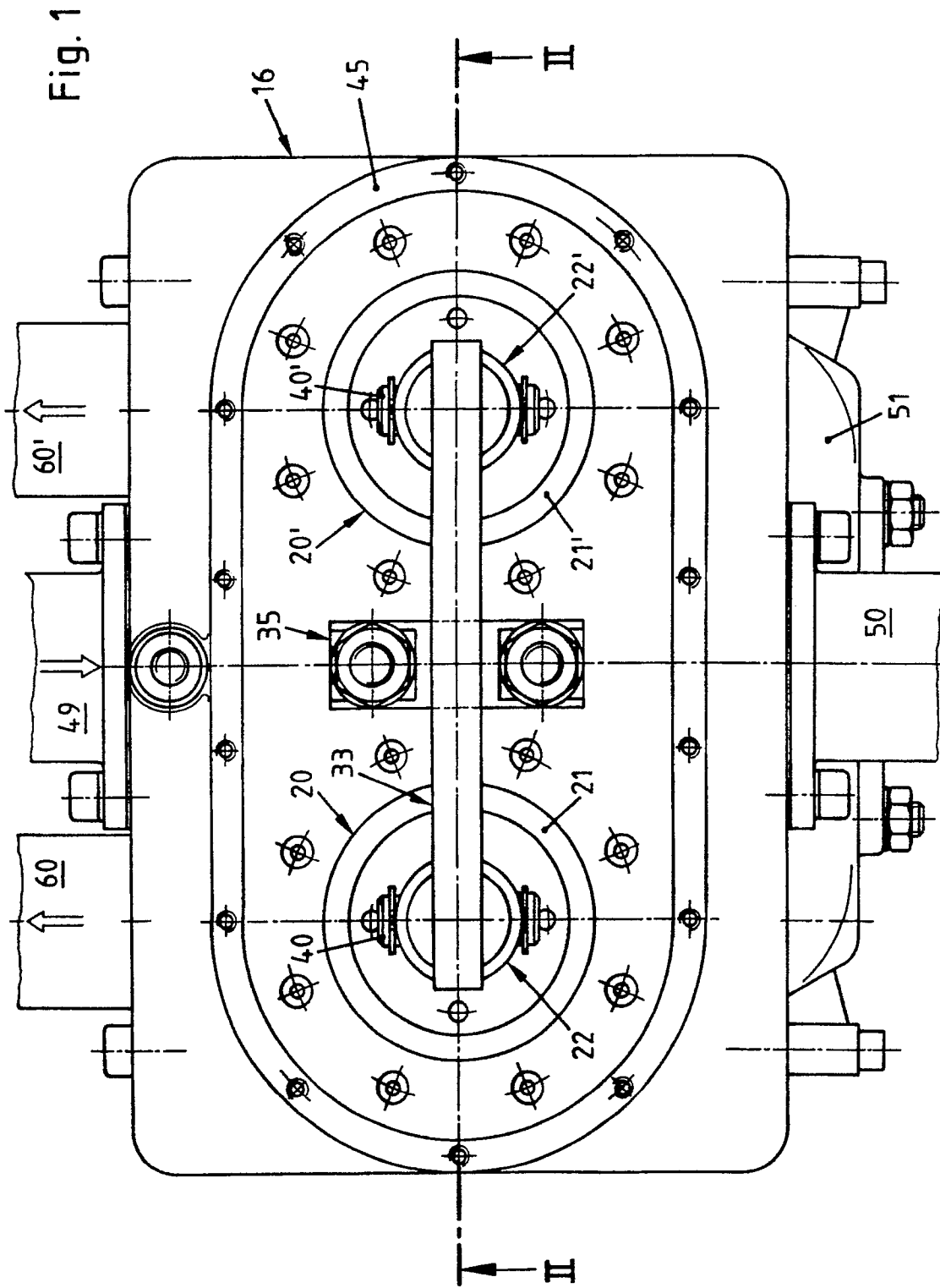
35

40

45

50

55



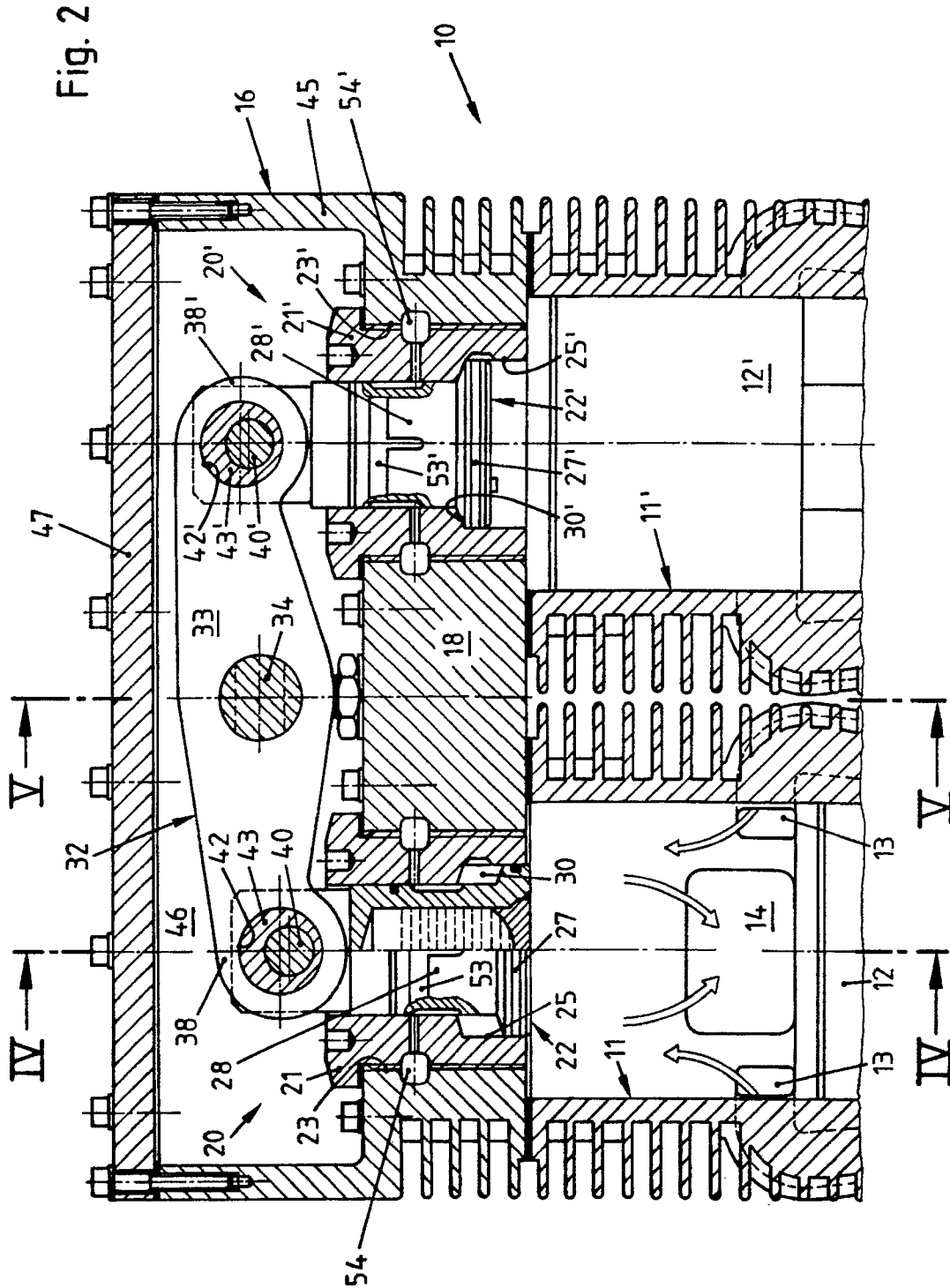


Fig. 3

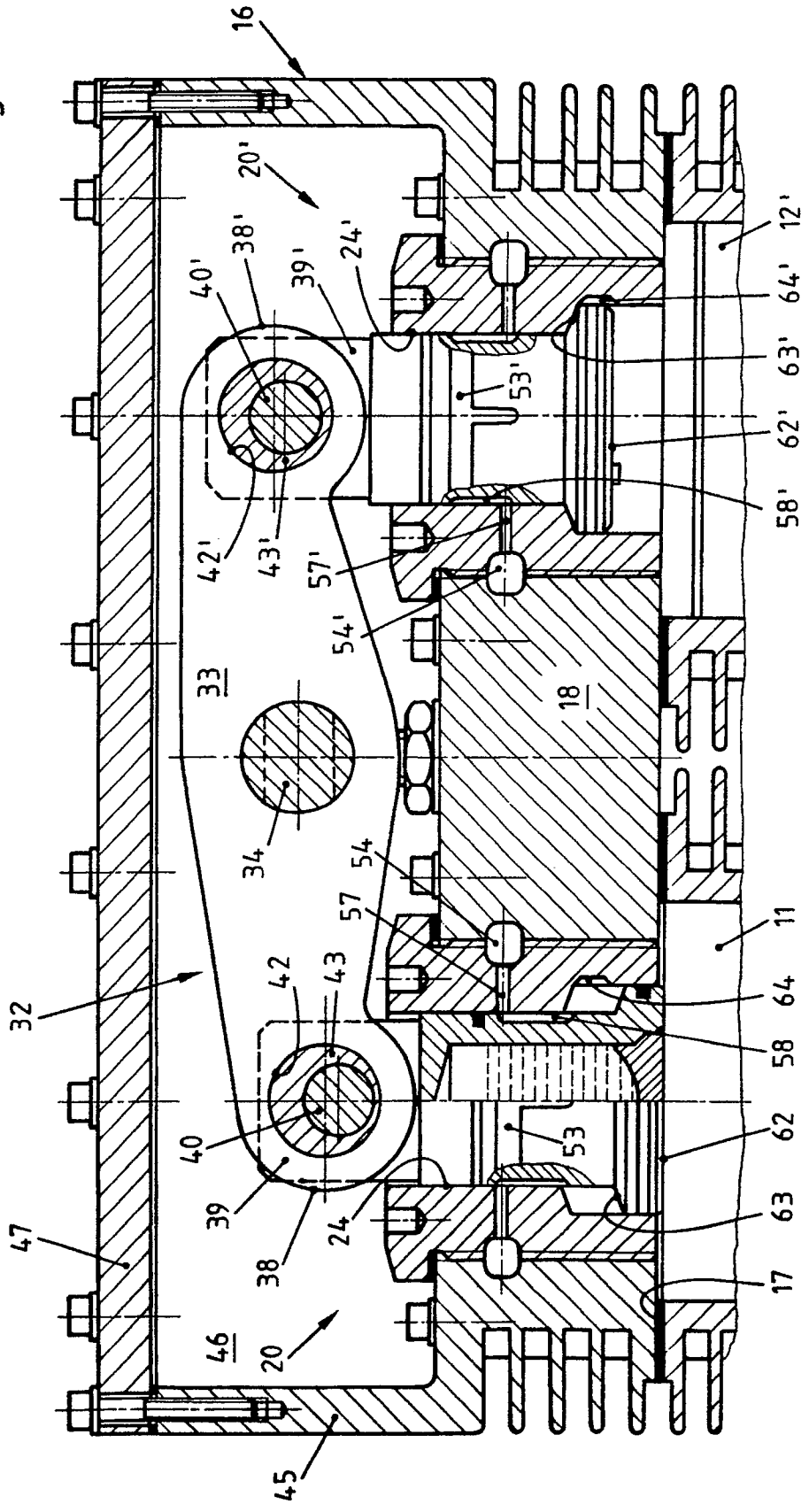
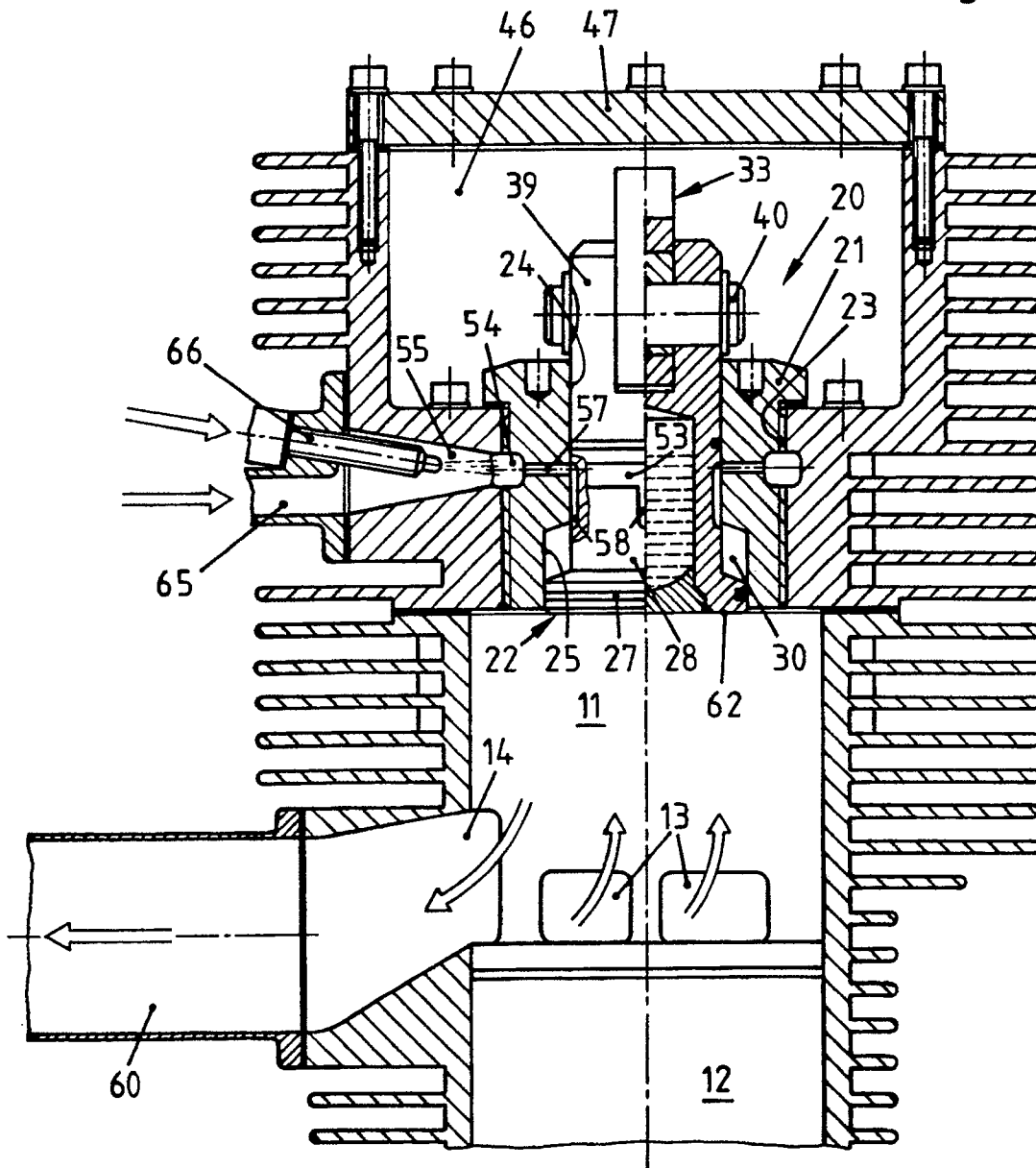
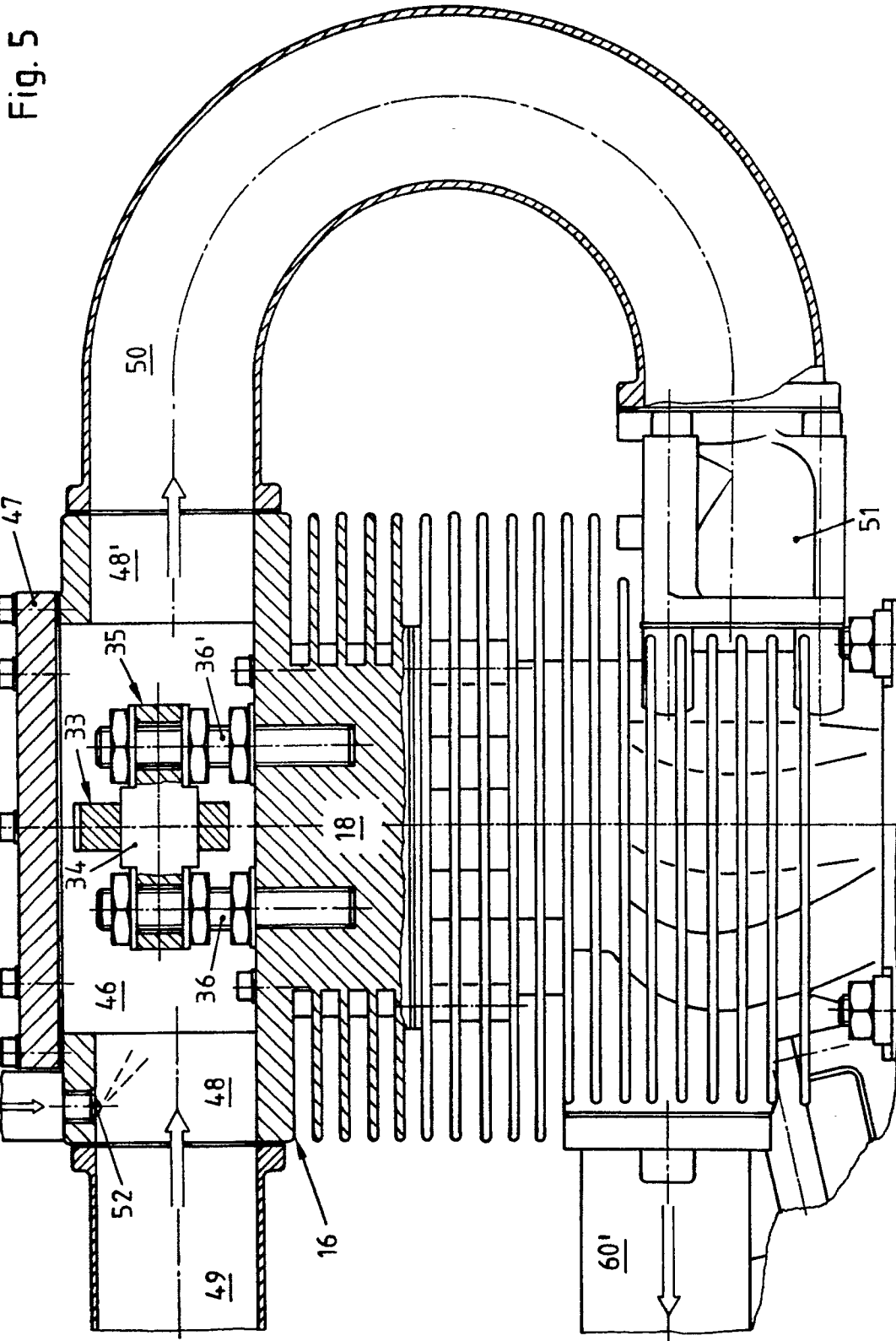


Fig. 4





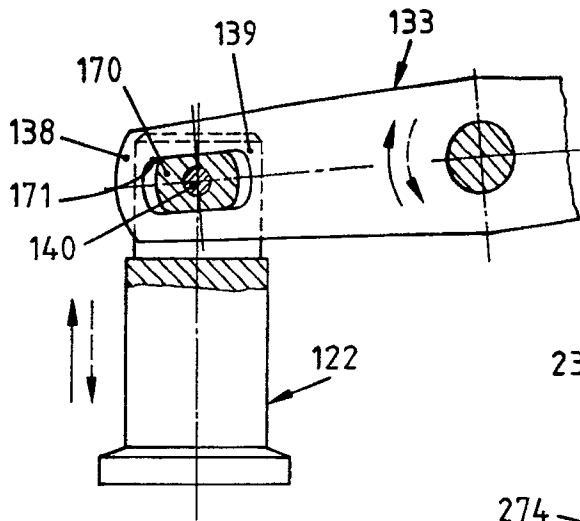


Fig. 6

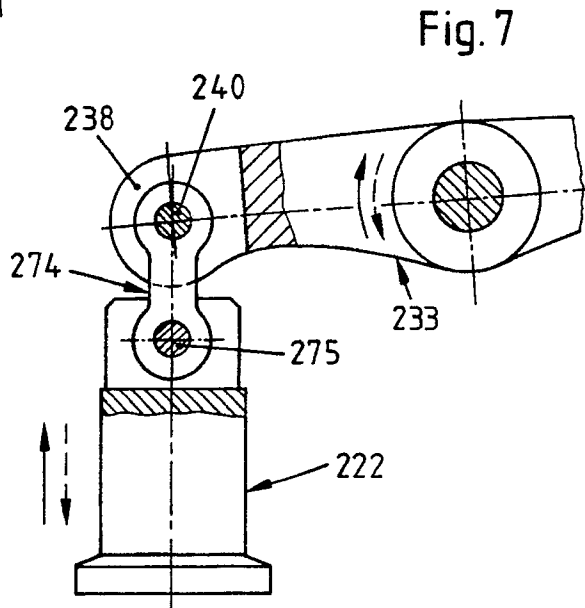


Fig. 7

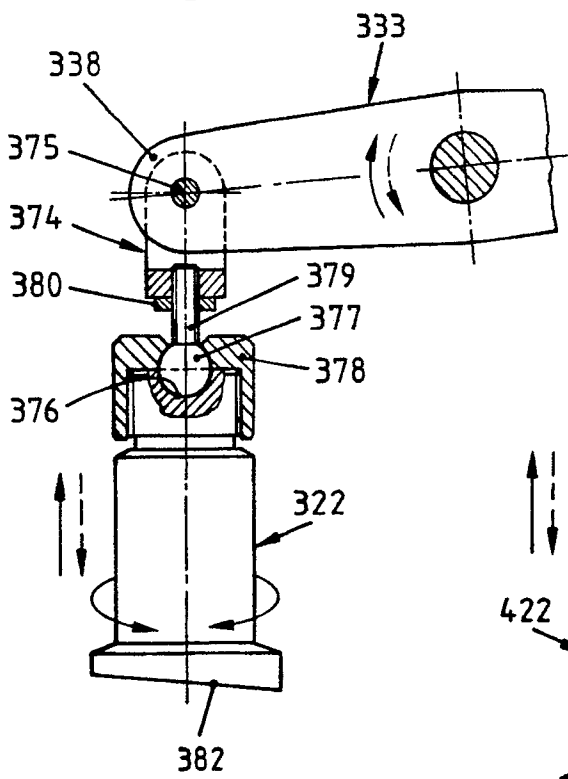


Fig. 8

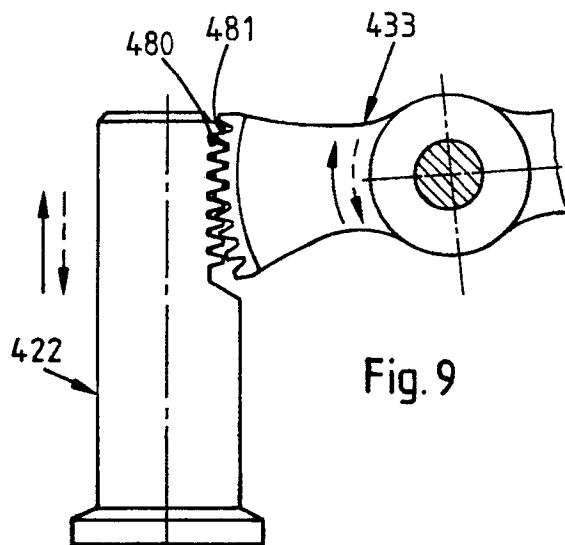


Fig. 9

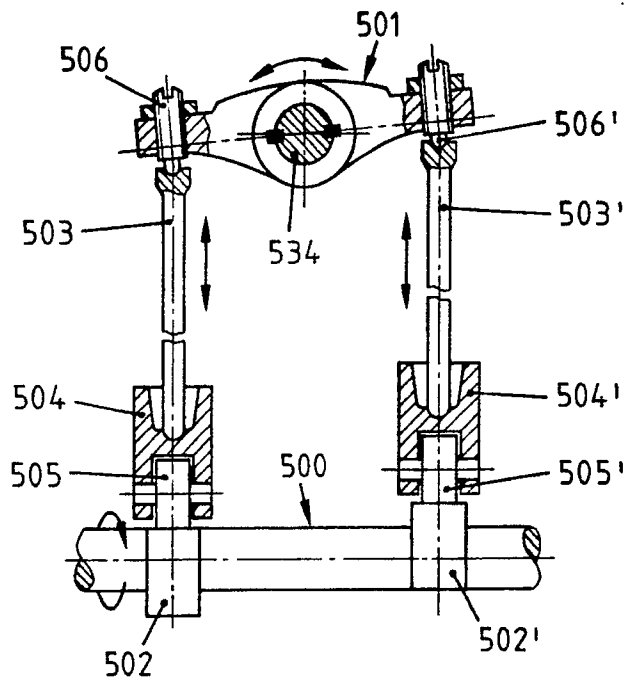


Fig. 10

Fig. 11

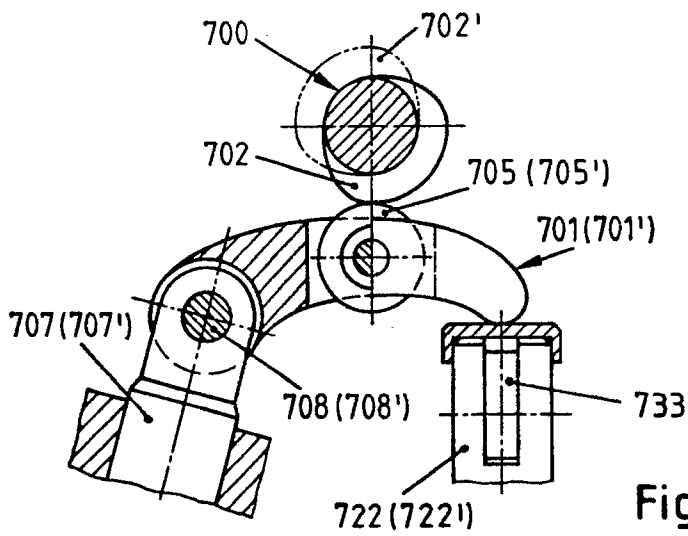
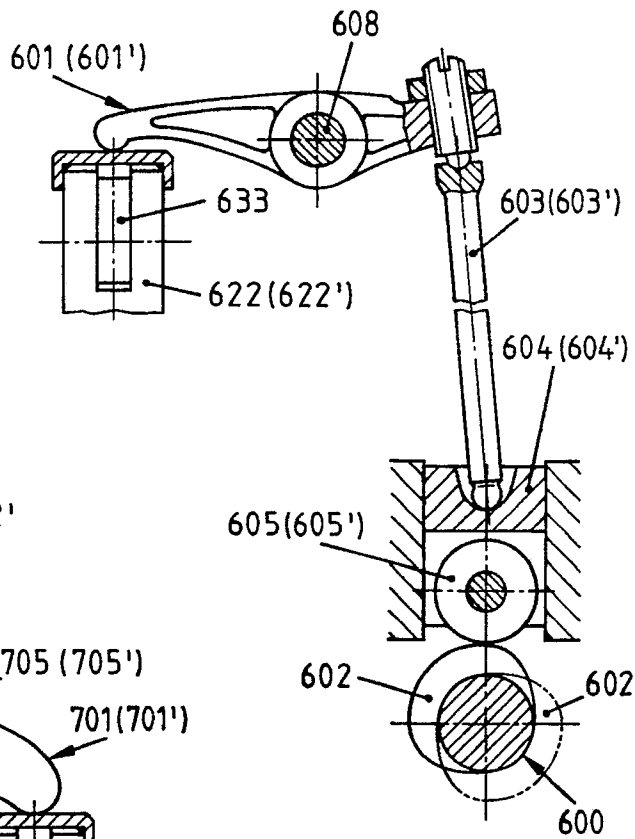
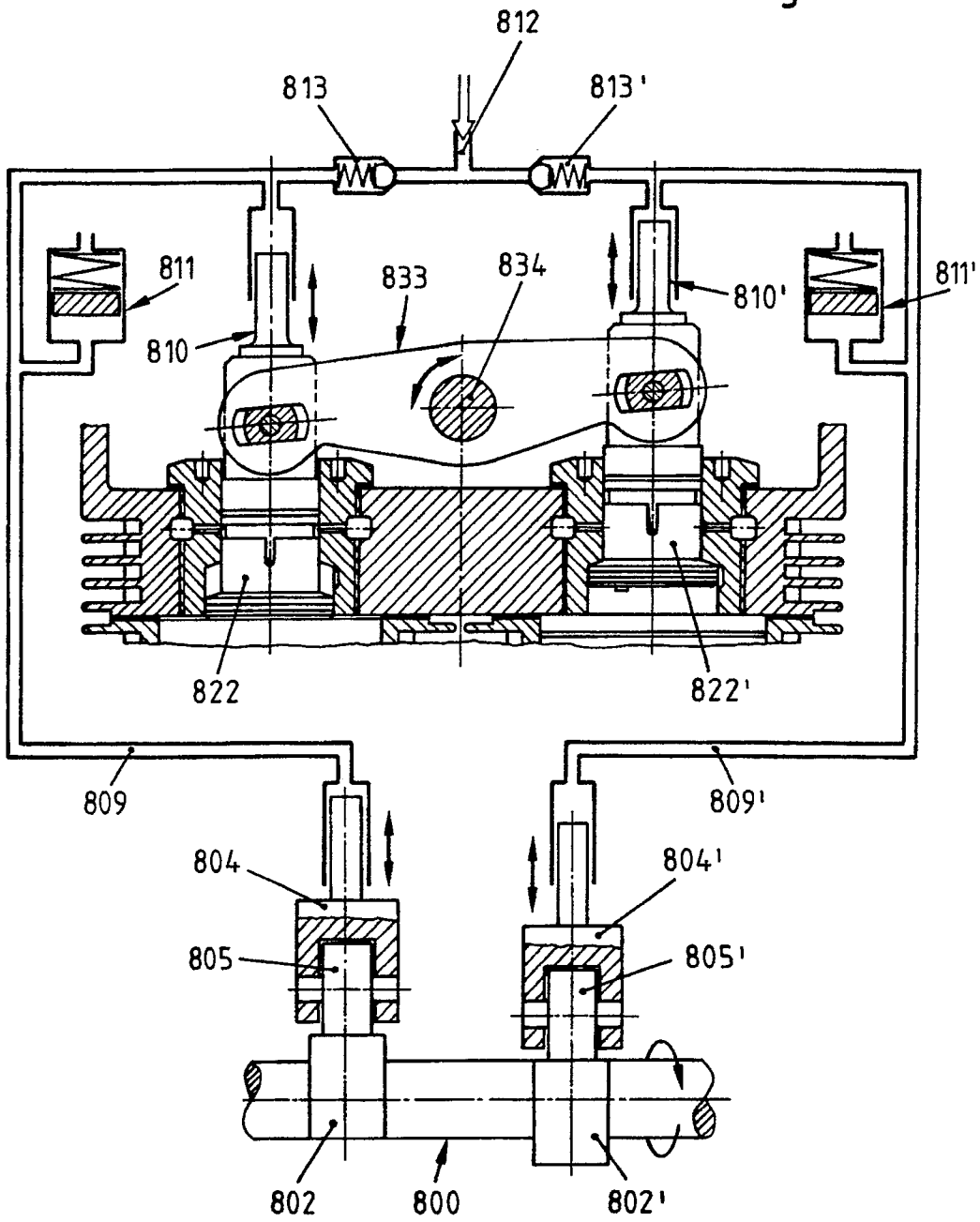


Fig. 12

Fig. 13





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	GB-A-1 034 70 (BINCHE) * das ganze Dokument *	1	F 02 B 33/08 F 02 B 75/28
Y,A	NL-C-1 904 7 (EVANS) * das ganze Dokument *	1,2-10	
A	FR-A-4 318 09 (JAUBERT) * das ganze Dokument *	1-10	
A	GB-A-1 815 00 (DAVIES)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 02 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		24 Juni 91	WASSENAAR G.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	