



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 602 272 A1**

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **92121562.0**

Int. Cl.⁵: **F01C 11/00, F01C 1/08**

Anmeldetag: **18.12.92**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.94 Patentblatt 94/25

Erfinder: **Müller, Walter**
Akazienstrasse 11
D-35088 Battenberg(DE)

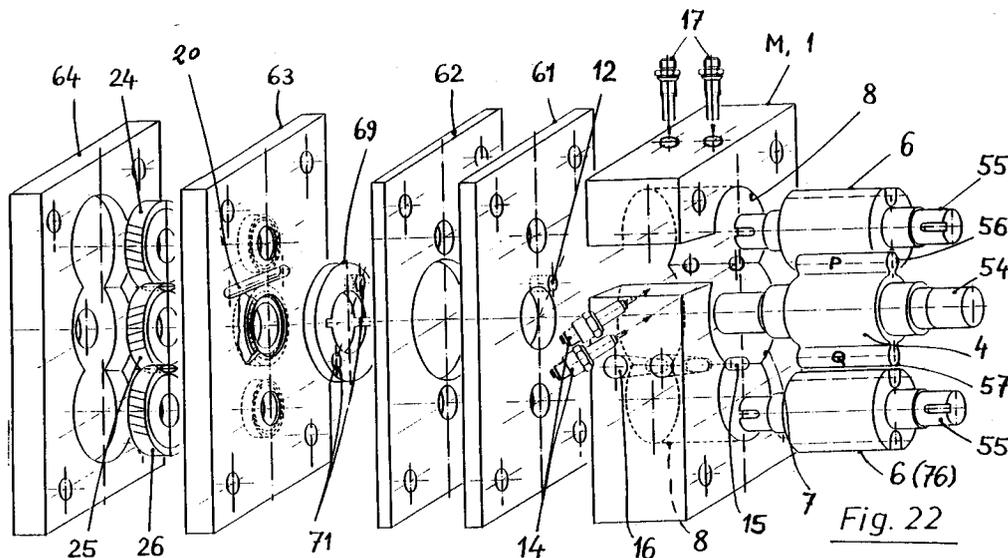
Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

Vertreter: **Olbricht, Karl Heinrich, Dipl.-Phys.**
Patentanwalt Karl Olbricht,
Postfach 11 43
D-35095 Weimar (DE)

Anmelder: **Müller, Walter**
Akazienstrasse 11
D-35088 Battenberg(DE)

Rotationskolbenmaschine.

Eine Rotationskolbenmaschine mit wenigen, plattenförmigen Bauteilen hat innerhalb des Gehäuses (G) einen bevorzugt zwischen zwei Verdichterblöcken gekapselten Motorblock (M, 1). Auf Wellen (54, 55) gelagerte gleichartige Flügeläufer (4, 5) kämmen mit dazu achsparallelen Drehkörpern (6, 21) berührungslos derart, daß einander diametral gegenüberliegende Arbeitsräume (7; 8) sowie Ein- und Auslässe (12; 15, 16) pro Umlauf z.B. zweimal von den Flügeln (18; 19) überstrichen werden; dann sind bei faktischer Hubraum-Verdoppelung die Brennraum-Kaltflächen anteilig halbiert, sowie die vier Ein- und Auslaßöffnungen ebenfalls faktisch verdoppelt und so die Strömungsgeschwindigkeiten entsprechend gesenkt. Kurze, breite Verbindungswege (10, 20) bewirken guten Gasaustausch mit mäßig hoher Strömungsgeschwindigkeit. Während jeder Motorwellen-Umdrehung erfolgen zwei symmetrisch-gegenüberliegende Verbrennungshübe (= vier Arbeitshübe), somit je vier Auspuff-, Spül-, Ansaug- und Verdichtungshübe. Die Konstruktion erlaubt Vollkeramik- und Typenvielfalt bei hohem Wirkungsgrad.



EP 0 602 272 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Rotationskolbenmaschine, insbesondere auf einen Verbrennungsmotor für flüssige und gasförmige Kraftstoffe gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1, 14, 21, 27 und 31.

Rotations- oder Drehkolbenmaschinen, die statt Hubkolben nur rotierende Teile haben, sind als Kompressoren und in Form von Verdrängerpumpen, aber auch als Brennkraftmaschinen entwickelt worden, wobei sowohl die Frischgas-Zufuhr als auch die Abgas-Abfuhr problematisch sein kann. Solche Umlaufkolbenmaschinen haben allgemein innerhalb von Arbeitsraumwänden zwei oder mehr Drehteile, nämlich miteinander in flächigem Wälz-Eingriff stehende Leistungs- und Absperrteile, von denen sich meist zumindest einer um eine feststehende Achse ungleichförmig bewegt.

Ein Beispiel ist der bekannte Wankel-Kreiskolbenmotor, der allerdings wegen seiner besonderen Brennraumgestalt und dadurch bedingten langen Brennwegen sowie kalten Wandungen zu recht großem Kraftstoff-Verbrauch neigt und deshalb auch hohe Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoff-Emissionen aufweist. Den Umwelt-Anforderungen eines schadstoffarmen sparsamen Betriebs wird dieser Motor jedenfalls bislang nicht gerecht.

Neuere Drehkolbenmotoren haben wenigstens zwei achsparallele Läufer, die miteinander in der Art einer Zahnradpumpe mit hoher Paßgenauigkeit kämmen. Gasdichte Flächenberührung bleibt jedoch kaum gewährleistet, weil sich Ablagerungen der Verbrennung in die Abrollflächen einwalzen und damit einem dichten Flächenschluß entgegenwirken. Ungünstig ist oft das Verhältnis von Hubraum zu Wandflächengröße. Beim Auftreffen des Kraftstoff/Luft-Gemisch-Ausbrandes auf kalte Flächen kommen weiterhin hohe CO- und HC-Emissionen zustande. Nicht selten unterliegt die Geometrie der Läufer und der zugehörigen Absperrkörper nach dem Stand der Technik einer ganz abstrakten Formgebung, so daß die Fertigung einen extremen technischen Aufwand erfordern würde, der sich wirtschaftlich verbietet. Bei einer Bauform gemäß DE-A 39 05 081 wird der Gaswechsel durch relativ enge Kanäle am Läufer geführt, was äußerst hohe Strömungsgeschwindigkeiten und im Bereich der Mittelachse zusätzliche Turbulenzen zur Folge hat, also ebenfalls nicht ökonomisch sein kann.

Laut DE-A 35 43 944 hat ein dort beschriebener Motor einen im Brennraum um ein ortsfestes Zentrum umlaufenden Drehteil, der an einem zylindrischen Grundkörper zwei oder mehr radiale Vorsprünge aufweist, die in Umfangs-Ausnehmungen wenigstens eines unmittelbar benachbarten Wälzkörpers eingreifen. Größere Drehkolben-Durchmesser könnten zwar höhere Drehmomente ermöglichen, doch würden dann große Umfangsgeschwindigkeiten auftreten. Bei sehr raschen Gaswechsellvorgängen würden die Strömungs- und Steuerzeiten für Ventile und Kanäle selbst mit großen Querschnitten zu kurz, um sich technisch noch sinnvoll realisieren zu lassen. Die entstehenden Ladungsdefizite müßten mit fetten Gemischen ausgeglichen, und schlechtere Abgaswerte in Kauf genommen werden.

Es besteht mithin ein Bedürfnis nach Abhilfe. Eine Hauptaufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Rotationskolbenmaschine der eingangs genannten Art mit verbessertem Wirkungsgrad. Insbesondere ist es ein wichtiges Ziel, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand einen leistungsfähigen, einfach zu fertigenden Drehkolbenmotor zu schaffen, der möglichst nach dem Baukastenprinzip in verschiedenen Typen herstellbar ist. Durch geeignete Konstruktionsmittel und Funktionsabläufen soll ferner ein ruhiger Motorlauf gesichert sowie der Schadstoff-Ausstoß im Betrieb grundsätzlich niedrig gehalten werden.

Grundgedanken der Erfindung sind in den kennzeichnenden Teilen der Ansprüche 1, 14, 21, 27 und 31 angegeben. Weiterbildungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 13, 15 bis 20, 22 bis 26 sowie 28 bis 30.

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht nach Anspruch 1 darin, daß das Gehäuse einen Motorblock aufweist, an den axial wenigstens einerseits ein Verdichterblock anschließt, in dem gleichartige Flügelläufer bzw. Drehkörper auf denselben Wellen angeordnet sind wie die im Motorblock umlaufenden Läufer bzw. Drehkörper. Der Verdichter befindet sich mithin außerhalb des heißen Motorblocks, was für die sauerstoffreiche Frischluftversorgung überaus günstig ist. Der mechanische Aufwand ist gering, weil jeweils ein und dieselben Wellen die Umlaufelemente sowohl im Motorblock als auch im Verdichterblock lagern. Vorteilhaft wird das Kraftstoffgemisch mechanisch aufbereitet, indem der Kraftstoff allmählich über kalte Flächen zugeführt und vernebelt wird, ohne daß es zu einer Selbstzündung kommt. Daher lassen sich alle Kraftstoffe verdichten und mit hohem Lade- bzw. Liefergrad unter exakter Kraftstoff-Luft-Dosierung in die Brennräume des Motorblocks bringen, wo eine optimale Verbrennung stattfinden kann.

Gemäß Anspruch 2 ist vorgesehen, daß der bzw. jeder Verdichterblock zwischen einem an die Abdeckplatte anschließenden Lagerteil und einem dem Motorblock benachbarten Seitenkanalteil axial dicht gehalten ist. Alternativ kann der Motorblock laut Anspruch 3 axial zwischen zwei Verdichterblöcken sitzen, vorzugsweise mit je einer ein- oder zweiteiligen Abdichtungsscheibe dazwischen. Derart gebildete Baueinheiten sind außerordentlich kompakt und thermodynamisch sehr vorteilhaft. Dazu trägt es bei, wenn laut Anspruch 4 die Verdichter-Flügel insbesondere im Axialrichtung größer als die Motor-Flügel sind, so daß

das Schöpfvolumen des Verdichters das Motor-Arbeitsvolumen überschreitet und ein Liefer- bzw. Ladegrad = 1 erzielbar ist.

Nach der Weiterbildung von Anspruch 5 sind die Gehäuseteile platten- oder scheibenförmig ausgebildet und durch Verschraubungen satt aneinander anliegend, jedoch lösbar zusammengehalten. Das ist eine für Fertigung wie Montage sehr vorteilhafte Sandwich-Bauweise und außerdem servicefreundlich, weil der Motor im Wartungs- oder Reparaturfall verhältnismäßig leicht auseinandergenommen und wieder zusammengesetzt werden kann.

Gemäß Anspruch 6 ist ein Strömungs-Einlaß in zumindest einem zwischen benachbarten Arbeitsräumen des bzw. jedes Verdichters gebildeten Zwickel angeordnet, also dort, wo sich die Arbeitsräume überlappen. An dieser Stelle ist die Frischluft-Zufuhr konstruktiv gut unterzubringen und zugleich strömungsgünstig in den Verdichter-Umlauf einzuspeisen.

In vergleichbarer Weise sieht Anspruch 7 vor, daß in einem zwischen benachbarten Arbeitsräumen des Motorblocks gebildeten Zwickel jeweils eine Zündeinrichtung und zu dieser ebenenversetzt ein Strömungsauslaß angeordnet ist. Dies gewährleistet eine günstige Raumausnutzung und beste Betriebsbedingungen mit jeweils gegenüberliegend-symmetrisch verlaufenden Drehkolbenhüben.

Bei der Ausgestaltung von Anspruch 8 sind in dem bzw. jedem Seitenkanalteil quer zu den Wellen verlaufende Kanäle vorhanden, die insbesondere verdichterseitig oder nahe Einström-Öffnungen zum Motorblock Rückschlagventile aufweisen. Diese Seitenkanäle können laut Anspruch 9 über Axialkanäle entlang oder in den Drehkörper-Wellen miteinander strömungsverbunden sein. Dabei ist es günstig, wenn die Seiten- und die Axialkanäle zusammen nach Anspruch 10 ein Volumen haben, das bei gegebenem Verdichtungs-Verhältnis (z.B. 10:1) dem effektiven Verdichtungs-volumen im Läufer-Arbeitsraum entspricht. Zumindest die Axialkanäle können ferner gemäß Anspruch 11 mit einem feder- oder gasbelasteten Ladedruckspeicher strömungsverbunden oder -verbindbar sein. Man erkennt, daß auf diese Weise mit sehr einfachen Mitteln nicht nur eine ebenso zweckmäßige wie zuverlässige Gasführung erreicht, sondern auch ein Druckabfall während des kurzen Ladevorganges verhindert wird. Infolgedessen lassen sich Einströmgeschwindigkeiten erzielen, die erheblich über den Durchbrenngeschwindigkeiten liegen. Motoren mit dieser Einrichtung, bevorzugt in Keramik-Ausführung, können daher auch mit Wasserstoff-Verbrennung ohne Fehlzündungen arbeiten.

Die wichtige Ausgestaltung von Anspruch 12 sieht vor, daß der bzw. jeder Flügel des Verdichter-Läufers dem bzw. jedem Flügel des Motor-Läufers in Umlaufrichtung voreilt. Dadurch ist sichergestellt, daß der Verdichtungs-vorgang kurz vor dem infolgedessen mit hohem Druck erfolgenden Laden in die Brennräume abgeschlossen ist.

Gemäß Anspruch 13 sind die Flügel, Rippen, Vorsprünge o.dgl. im Querschnitt kleiner als die zugeordneten Umfangsausnehmungen, so daß sie beim Umlauf zumindest im wesentlichen berührungsfrei vorbeigehen. Der Übertritt der Flügel erfolgt daher in den Drehkörpern bzw. Steuerwalzen ganz reibungsarm, was den Wirkungsgrad verbessert und überdies erlaubt, auf eine optimale Paßgenauigkeit der Flügel in diesem Bereich zu verzichten. Das ist eine wesentliche Vereinfachung für den Motor und seine Fertigung; dadurch wird insbesondere eine Vollkeramik-Ausführung ermöglicht.

In der bevorzugten Ausführungsform gemäß Anspruch 14 ist eine Motorzelle in Sandwich-Bauweise mit zwei Verdichterkammern so zusammengebaut, daß einem Flügelläufer zwei benachbarte, achsparallele Drehkörper symmetrisch-fluchtend zugeordnet sind, wobei diese je zwei einander gegenüberliegende Brenn- und Verdichterkammern begrenzen, welche pro Wellenumlauf zweimal von den Flügel überstrichen und daher in symmetrischen Hüben doppelt genutzt werden. Anteilig ist also der Hubraum des Motors pro Umdrehung verdoppelt, und entsprechend sind die Brennraum-Kaltflächen effektiv halbiert, während die Verdichter-Eingänge und die Einströmkanäle in den Brennraum relativ groß bleiben. Daher teilt sich das Hubraum-Volumen funktionell in acht kleine Portionen auf, die eingangs- und auslaßseitig mit mäßig hohen Geschwindigkeiten strömen.

Nach Anspruch 15 sind zur Kraftstoff-Versorgung je Motorblock zwei Paare von Einspritzdüsen vorhanden, zweckmäßig in der Anordnung, daß am Umfang des bzw. jedes Verdichters zwei Einspritzdüsen einander gegenüberliegen. Damit läßt sich zündträges Benzin, zündfreudiges Dieselöl oder auch irgendein hochviskoser Kraftstoff gleichermaßen gut einbringen und vernebeln. Die Beladung der Brennräume erfolgt pro Umdrehung zweimal über vier Einström-Öffnungen, also in acht kleinen Gasportionen innerhalb sehr kurzer, im Millisekunden-Bereich liegender Zeiten und daher mit noch beherrschbaren Einströmgeschwindigkeiten. Die gegenüberliegende Anordnung der Einströmöffnungen hat den Vorteil, daß sich die beiden Gemischströme in der Brennraum-Mitte treffen und dadurch gut verwirbeln. Die Zündung kann im Dauerfunkenbetrieb erfolgen, wodurch ein aufwendiges Zündsystem eingespart wird.

Unterschiedliche Gemische, vor allem auch Schwachgase, können verarbeitet werden, wenn gemäß Anspruch 16 Strömungsverbindungen zwischen Seitenkanälen nicht vorhanden oder durch Absperrorgane

verschleißbar sind. Dies ermöglicht es, beispielsweise fette und magere Gemische nach dem an sich bekannten Schichtladungsverfahren alternierend einzubringen und nach Initialzündung mit hohem Wirkungsgrad sauber zu verbrennen.

Eine wichtige Ausgestaltung der Erfindung sieht gemäß Anspruch 17 vor, daß die Läufer, die Drehkörper und/oder die Arbeitsräume aus hochhitzebeständigem Material wie Keramik bestehen oder damit überzogen bzw. verkleidet sind. Auch eine Vollkeramik-Ausführung ist möglich. Die Isolier-Eigenschaften bieten zahlreiche Vorteile, namentlich niedrigere Wärmeverluste, hohe Betriebstemperaturen des Motors im Bereich von 300 °C bis 400 °C mit verbesserter Verbrennung des Kraftstoffes an heißen Innenraumflächen, geringen Verschleiß, mithin weitgehende Wartungsfreiheit usw.

Die bevorzugt aus hitzebeständigem Stahl bestehende Welle des Flügelläufers ist nach Anspruch 18 in Radialrichtung elastisch abgestützt, namentlich laut Anspruch 19 durch Sternaufleger an oder in einem federnden Schnellstahl-Lager einer benachbarten Abdeckplatte, gegebenenfalls unter Verwendung von radialen Dehnungsausgleichs-Elementen. Diese Maßnahmen sorgen zugleich für verbesserte Wärmeisolierung und für hohe Maßhaltigkeit bei unterschiedlichen Temperaturen.

Bei der Ausführung gemäß Anspruch 20 ist die Welle des Flügelläufers zumindest im Motorblock gasgelagert, z.B. mit in einem Schmierkanal in der Welle herangeführtem Verdichtungs- oder Brenngas. Dies ist vor allem für die Keramik-Ausführung vorteilhaft, um im Motor-Inneren auch solche Stellen zu schmieren, die herkömmlich mit Schmieröl versorgt werden, was jedoch bei Innentemperaturen bis zu 400 °C kaum oder nicht möglich ist.

Die Gestaltung nach dem unabhängigen Anspruch 21 ist eine einfachere Bauform eines Motors ohne außenliegenden Verdichter, wobei in einem Zwickel zwischen Arbeitsräumen des Flügelläufers und eines ersten Drehkörpers eine Zündeinrichtung und in weiteren Zwickeln nahe dem Arbeitsraum eines zweiten Drehkörpers einander gegenüber Strömungs-Ein- und -Auslässe vorhanden sind. Verdichter und Brennkammern sind nebeneinander angeordnet, während sich Verdichterhub- und Verbrennungshub-Anfangspunkte gegenüberliegen. Über die Kraftstoff-Einspritzdüse am Motorblock ist hierbei auch die Berührungsstelle zwischen Läufer und Drehkörper gut schmierbar.

Günstig ist die Konstruktion von Anspruch 22, wonach der Arbeitsraum des Läufers teilzylindrische Kammern unterschiedlicher Radien aufweist, wobei im Querschnitt ovale Übergänge von einer Brennkammer mit kleineren Radius zu einer Verdichterkammer mit größerem Radius vorhanden sind und in dem Läufer ein Flügel achsparallel verschieblich angeordnet ist, dem zwei Drehkörper mit jeweils paarweise verschiedenen Umfangsausnehmungen zugeordnet sind, welche die Flügel-Enden beim Umlauf berühren. Durch ihren im Vergleich zur Brennkammer größeren Radius erreicht die Verdichterkammer einen angemessen großen Liefergrad ohne Verkürzung des Arbeitshubes. An den unterschiedlichen Kammer-Übergängen werden die Drehkörper bzw. Steuerwalzen so geführt, daß sie den Läufer verschieben und auf der Umlaufbahn führen. Dazu kann der auslaßseitig angeordnete zweite Drehkörper gemäß Anspruch 23 tiefere Umfangsausnehmungen haben als der erste Drehkörper. Mit Vorteil läßt sich diese Anordnung bei genügend großem Verdichtervolumen als Saugmotor mit Vergaser betreiben, wobei die Einspritzdüse durch einen Vergaser am Einlaß ersetzt wird.

In der Ausführungsform von Anspruch 24 ist dem Flügelläufer eine Steuerscheibe mit zwei einander gegenüberliegenden Ventilbohrungen zugeordnet, die in bezug auf die Flügel-Enden des Läufers z.B. um 30° bis 35° winkelversetzt sind und beim Umlauf nacheinander in Strömungsverbindung mit Einströmöffnungen des Motorblocks gelangen. Die Ventilbohrungen können zu Langlöchern erweitert werden, um den Ladevorgang zu optimieren, den die Steuerscheibe vorgibt.

Für alle Bauformen gilt, daß die Läufer der Rotationskolbenmaschine laut Anspruch 25 als Walzenkörper ausgebildet sein können, die gemäß Anspruch 26 bevorzugt mit den Wellen und/oder mit den Flügeln, Rippen, Vorsprüngen o.dgl. einstückig sind. Das ist fertigungstechnisch gut beherrschbar und festigkeitsmäßig überaus günstig.

Eine weitere Bauform ist Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 27. Danach ist wiederum in einem Zwickel zwischen Arbeitsräumen des Flügelläufers und eines ersten Drehkörpers eine Zündeinrichtung angeordnet; am Umfang des Arbeitsraums für den Läufer sind Strömungs-Ein- und -Auslässe vorhanden. Am Motorläufer können mehrere - z.B. drei - Flügel angeordnet sein, die nacheinander in größere Umfangsausnehmungen des gegenläufig rotierenden Drehkörpers eintreten. Der Außendurchmesser des Flügelläufers kann größer sein als derjenige des Drehkörpers bzw. der Steuerwalze, und der Motor läßt sich mit verhältnismäßig niedrigen Drehzahlen betreiben. Dem Läufer wiederum kann wenigstens eine koaxiale Steuerscheibe mit zu den Läufer-Flügeln winkelversetzten Verdichter-Flügeln zugeordnet sein (Anspruch 28), was für schneller laufende Motoren günstig ist. Die bzw. jede koaxiale Steuerscheibe kann in die Brennkammer verlegt sein (Anspruch 29), was zur Erhöhung der Brennkammer-Temperatur beiträgt und zudem eine Luft- bzw. Gaslagerung des Flügelläufers gestattet.

Bei allen Bauformen ist es ferner möglich, gemäß Anspruch 30 an den Flügeln zur Wandung des zugeordneten Arbeitsraums hin lippenlose Dichtungen oder Dichtlippen vorzusehen.

Noch eine weitere Ausführungsform, die sich vor allem für Kleingeräte wie Rasenmäher eignet und zur Verbrennung auch von Kohlestaub oder Kohlestaubpasten anbietet, ist im unabhängigen Anspruch 31 angegeben. Danach sitzt der Motorblock axial zwischen zwei Verdichterblöcken, wobei der Verdichter-Läufer
 5 jeweils nur einen Flügel hat, der mit einem Verdichter-Drehkörper kämmt. Das erzeugte hohe Frischluft-Schöpfvolumen gewährleistet gute Verbrennung auch langflammiger Kraftstoffe, wobei die Rückstände (Asche) störungsfrei ausgeblasen werden.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Darin
 10 zeigen:

- | | |
|----------------|--|
| Fig. 1 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf einen Motorblock, |
| Fig. 1a | einen Ausschnitt entsprechend Fig. 1, jedoch in abgewandelter Bauform mit einem Druckspeicher, |
| 15 Fig. 2 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf einen Verdichterblock, |
| Fig. 3 | eine Axialschnittansicht entsprechend der Linie III-III in Fig. 1, mit einem Motorblock zwischen zwei Verdichtern, |
| Fig. 3a und 3b | je eine Ansicht einer Seitenkanalplatte in Richtung des Pfeils IIIa bzw. IIIb von Fig. 3, |
| 20 Fig. 4 | eine Axialschnittansicht ähnlich Fig. 3, jedoch mit einem Verdichter zwischen zwei Motorblöcken, |
| Fig. 5 | eine Schrägansicht eines Motorläufers, |
| Fig. 6 | eine Schrägansicht eines Drehkörpers bzw. einer Steuerwalze, |
| Fig. 7 | eine Teildraufsicht, teilweise im Schnitt, auf eine Verdichter-Einspritz-Anordnung, |
| Fig. 8 | eine Draufsicht auf einen Flügel-Läufer zwischen zwei Drehkörpern, |
| 25 Fig. 9 | eine Draufsicht auf einen Flügel-Läufer mit einem Drehkörper, |
| Fig. 10 | eine Querschnittsansicht einer Wellenlagerung, |
| Fig. 11 | eine Schrägansicht eines elastischen Lagerelements, |
| Fig. 12 | eine Seitenansicht, teilweise im Schnitt, entsprechend der Anordnung von Fig. 10, |
| Fig. 13 | eine Draufsicht auf einen Motorblock mit Keramikauskleidung, |
| 30 Fig. 14 | eine Schrägansicht einer Seitenplatte mit Keramikverkleidung, |
| Fig. 15 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf einen kombinierten Motor-Verdichter-Block, |
| Fig. 16 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf eine im Vergleich zu Fig. 15 etwas abgewandelte Bauform, |
| Fig. 17 | eine Axialschnittansicht entsprechend der Linie XVII-XVII in Fig. 15, |
| 35 Fig. 18 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf eine abgewandelte Motor-Verdichter-Kombination, |
| Fig. 19 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf einen Motorblock mit Scheibensteuerung, |
| Fig. 20 | eine Teildraufsicht auf eine Steuerscheibe, |
| Fig. 20a | eine Schrägansicht einer abgewandelten Läufer-Bauform mit zwei Steuerscheiben, |
| 40 Fig. 21 | eine Axialschnittansicht zu Fig. 19, |
| Fig. 22 | eine auseinandergezogene Schrägansicht der Bestandteile der Anordnung von Fig. 19 bzw. Fig. 21, |
| Fig. 23 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf eine vereinfachte Motor-Verdichter-Kombination, |
| 45 Fig. 24 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf einen Motorblock einer 1-Flügel-Läuferanordnung mit Steuerwalze, |
| Fig. 25 | eine Draufsicht, teilweise im Schnitt, auf einen Verdichterblock zum Motor nach Fig. 24, |
| Fig. 26 | eine Draufsicht auf einen Motorläufer für lippenlose Dichtungen und |
| 50 Fig. 27 | eine verkleinerte Draufsicht auf eine Flügelanordnung mit Dichtlippe. |

In Fig. 1 und 3 bezeichnet 1 einen Motorblock, der allgemein die Form einer rechteckigen Scheibe von bestimmter Dicke hat. Er ist - dort mit M gekennzeichnet - Bestandteil eines Gehäuses G, zu dem ein Verdichterblock V gehört (Fig. 2).

Im Motorblock 1 ist ein Flügelläufer 4 mittig angeordnet, der mit einer Welle 54 starr verbunden oder
 55 einstückig ist. Radiale Vorsprünge oder Flügel 18 sind als gerundete Nasen ausgebildet und kämmen berührungslos mit Aussparungen 30 am Umfang zweier benachbarter Drehkörper 6. Der Flügelläufer 4 sitzt in einem Arbeitsraum 7, der im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und an den beiderseits überlappend Arbeitsräume 8 für die Drehkörper 6 anschließen. Letztere sind mit Wellen 55 starr verbunden oder

einstückig.

In dem am Übergang zwischen den Arbeitsräumen 7, 8 gebildeten Zwickel 13 sitzt auf einer Seite jeweils eine Zündkerze 14, der gegenüber ein Auslaß 15 ebenenversetzt angeordnet ist. Axialkanäle 10 neben je einem Drehkörper 6 stehen in Strömungsverbindung mit je einer Einström-Öffnung 12 nahe den zündkerzenseitigen Zwickeln 13.

Der Motorblock 1 ist ferner mit einer Anzahl von Kühlbohrungen 22 und mit Bohrungen 23 für eine Verschraubung vorgesehen, welche auch den Verdichterblock V bzw. 2 (Fig. 2) durchsetzen. In diesem sitzt mittig ein Verdichter-Läufer 5 mit Flügeln 19 in einer Kammer 27, welche dem Arbeitsraum 7 im Motorblock 1 entspricht. Sie ist ebenfalls zylindrisch ausgebildet und überlappt sich mit zylindrischen Arbeitsräumen 28 für zwei Drehkörper 21, wobei wiederum Zwickel 74 gebildet sind. An diesen befindet sich jeweils ein Einlaß 16 zum Arbeitsraum 27. Die darin in Umlaufrichtung U rotierenden Flügel 19 tauchen jeweils in Aussparungen 30 am Umfang der Drehkörper 31. In der Längsmittle führen Einspritzdüsen 17 zum Umfang der Arbeitsräume 28, in denen die Drehkörper 21 mit schmalen Ringspalt 39 gegensinnig zur Umlaufrichtung U rotieren.

Der Teilausschnitt gemäß Fig. 1a zeigt die Anordnung eines federbelasteten Druckspeichers 3, der bei einem Ladedruck von z.B. 10 bis 12 bar einen Druckabfall während des sehr kurzen Ladevorganges verhindert. Damit wird sichergestellt, daß die Einströmgeschwindigkeit des Brennstoff/Luft-Gemisches (oder sonstiger Antriebsgase) größer ist als die Durchbrenngeschwindigkeit, beispielsweise bei ca. 10 bar etwa dreimal höher als diese. Der Druckspeicher 3 ermöglicht es, bei optimaler Ausführung des Motors ihn mit Wasserstoff, d.h. als Knallgasmotor zu betreiben.

Wie Fig. 3 erkennen läßt, befindet sich der Motorblock M, 1 zwischen zwei Verdichterblöcken V, 2 unter Zwischenschaltung je einer Seitenkanalplatte 62. Außen schließen an die Verdichterblöcke V, 2 jeweils eine Lagerplatte 63 und eine Abdeckplatte 64 an. Nahe den Ecken halten Verschraubungen 23 das Block-Scheiben-Paket des Gehäuses G zusammen. Ein Getriebe mit gleichgroßen Zahnrädern 24, 25, 26 innerhalb der Abdeckplatten 64 sorgt dafür, daß die Wellen 55 gegenläufig synchron zur zentralen Welle 54 umlaufen.

In der zentralen Welle 54 kann zumindest ein Kanal 59 vorhanden sein, um Schmiermittel von einem benachbarten Verdichter V, 2 ins Innere des Motorblocks M, 1 zu bringen.

Die den Motorblock M, 1 beiderseits begrenzenden Platten 62 enthalten jeweils Seitenkanäle 20, die zwecks Druckausgleich durch einen Axialkanal 10 miteinander verbunden sind, wenn nicht eine Unterbrechung durch ein Absperrorgan 11 gewünscht ist. Rückschlagventile 9 sperren den Rückweg aus dem Motorblock M, 1 zu den Verdichterblöcken V, 2 hin. Die Ansichten in Fig. 3a und 3b zeigen den Verlauf der Seitenkanäle 20 mit je zwei Anschlüssen einerseits zum Axialkanal 10 (Fig. 3 Mitte) und andererseits zu Verdichter-Eingängen 53 sowie zu den Einström-Öffnungen 12, d.h. an Ladekanäle zur Brennkammer K. Man erkennt, daß diese Strömungswege kurz sind und verhältnismäßig große Querschnitte haben; daher geht der Gasaustausch ohne übermäßige Geschwindigkeiten zügig vonstatten.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 befindet sich ein zentraler Verdichterblock V, 2 zwischen zwei Motorblöcken M, 1. An jeden Block schließt beiderseits eine Abdichtplatte 61 mit Dichtungen 33 an, welche an den Wellen 55 der Drehkörper 6 bzw. 21 anliegen. Auch die Läuferwelle 54 ist durch (nicht gekennzeichnete) O-Ring-Dichtungen an jedem der Blöcke 1, 2 zu den Abdichtplatten 61 hin abgedichtet. Kupplungen 32 können vorgesehen sein, um einzelne Baueinheiten baukastenmäßig aneinander anzuschließen und dabei die Drehverbindung der einzelnen Wellenabschnitte herzustellen. Der zentrale Doppelverdichter V, 2 hat Einlässe 16, die als Luftansaug-Schlitze ausgebildet sein können. Am Übergang zu den Seitenkanälen 20 befinden sich wiederum Rückschlagventile 9, und zwischen den Seitenkanälen 20 können Querkanäle 10 einen Druckausgleich herstellen. Am Umfang des Verdichterblocks V, 2 sind ferner einander diametral gegenüber Paare von Einspritzdüsen 17 sowie ein zentraler Schmiernippel 31 angeordnet.

Einen vorteilhaften Aufbau der Läufer 5, 6 zeigen die Fig. 5 und 6. Dabei ist sowohl der Motorläufer 5 mit seinen Flügeln 18 und der Welle 54 einstückig als auch der Verdichteriäufer 6 mit der Welle 55. Beide Wellen 54, 55 können zwecks guter Lagerung passend gestuft sein. Geeignete Gestaltungen der Flügel 18 und der zugeordneten Umfangsausnehmungen 30 gehen aus Fig. 8 und 9 mit unterschiedlicher Bemessung hervor.

Die mechanische Kraftstoff-Versorgung ist in Fig. 7 beispielhaft dargestellt. Man erkennt, daß die Einspritzdüse 17 zum Umfang der Arbeitskammer 8 führt, in welcher der Drehkörper 21 umläuft. Ein Segment oder Druckstück 37 ist mittels einer Stellschraube in dem Maße verstellbar, wie es für den eventuellen Einsatz hochviskoser Kraftstoffe notwendig oder zweckmäßig ist. Am Zwickel 13 kann je nach Bauform eine (hier nicht gezeichnete) Zündkerze angeordnet sein. Ihr gegenüber können sich Hilfsbohrungen 41 befinden (links in Fig. 7), welche die Arbeitsräume 7, 8 in Zwickelnähe direkt verbinden und daher das Einspritzen von verdichtetem Gemisch in Form eines Nebels 40 der Verdichtungsphase ermöglichen.

Zur Funktions-Erläuterung werden im folgenden Brennkammern, die von den Flügeln 18 im Arbeitsraum 7 gebildet werden, mit K1, K2 bezeichnet; zur Unterscheidung der beiden Flügel 18 tragen diese die Buchstaben P, Q (Fig. 1). Entsprechende Verdichter-kammern L1, L2 werden durch die Einzelflügel R, S des Verdichterläufers 5 in den Verdichter-kammern 27 gebildet.

5 Beim Umlauf in Richtung U bewegt sich der Flügel P durch die Kammer K1 und bewirkt dadurch einen ersten Hub. Er tritt dann in die eine Ausnehmung 30 am Umfang des Drehkörpers 6 und wechselt so berührungslos in die Kammer K2, womit der zweite Hub des Flügels P beginnt. In Fig. 1 ist die Phase dargestellt, wo der Einzelflügel Q die eben beschriebene Position erreicht hat. Er vollführt pro Umlauf ebenfalls nacheinander zwei Hübe, nämlich jeweils bis zu einer Kontaktstelle 59 zwischen den Walzen 4, 6.

10 Entsprechende Doppelhübe führen die Flügel 19 des Verdichter-Läufers 5 aus, der zu dem Motor-Flügel-Läufer 4 voreilend winkelfersetzt ist. In der Verdichter-kammer L1 bewegt sich der Flügel R bis zum Eintauchen in die Umfangsausnehmung 30 des zugeordneten Drehkörpers 21, von wo er in die Verdichter-kammer L2 eintritt, während sich der Verdichterflügel S gleichzeitig aus der Kammer L2 in die Verdichter-kammer L1 vorbewegt. Der Verdichtungsvorgang ist jeweils kurz vor dem Laden der Brennkammern K1, K2 über die Einström-Öffnungen 12 (Fig. 1 und 3) bereits abgeschlossen.

15 Während jeder Umdrehung finden mithin 4 Arbeits-Verbrennungshübe (je 2 pro Flügel), 4 Abgas-Ausschubhübe sowie 4 Restabgas-Spülhübe, 4 Frischluft-Ansaughübe und 4 Verdichtungshübe statt. Während der Arbeitshübe der Flügel P und Q spülen diese mit ihrer Vorderseite die restlichen Abgase des jeweils vorherigen Verbrennungshubes über die Auslässe 15 aus. Zur gleichen Zeit wird im Verdichterblock V, 2 Frischluft an der Rückseite der Flügel R und S angesaugt und an deren Vorderseite verdichtet. Nach 20 einer halben Umdrehung wiederholen sich diese Vorgänge in den jeweils anderen Segmentkammern.

Die effektive Verdoppelung des Hubraumes hat zur Folge, daß die benötigten Segmentflächen entsprechend klein sein können. Das Verhältnis von Oberfläche zu Hubraum ist erfindungsgemäß außerordentlich günstig; die geringe Kaltwand-Flächenberührung der Brenngase macht es möglich, die Schadstoff-Emissionswerte erheblich zu verringern. Dazu trägt es bei, daß die Verbrennung auf kurzen Wegen sehr schnell 25 abläuft. Weil die beiden Brennkammern K1, K2 in einem Block M, 1 zusammengelegt sind, ist überdies eine gleichmäßige Erwärmung gewährleistet. Für die Vollkeramik-Bauweise ist es überaus wichtig, den Motorblock M, 1 durch die Verdichterblöcke V, 2 einzukapseln, so daß in thermodynamisch sehr vorteilhafter Weise für gleichmäßige Wärmeverteilung gesorgt ist.

30 Durch zwei ebenenversetzt gegenüberliegende Einström-Öffnungen 12 wird jeweils eine Brennkammer K1 bzw. K2 geladen, und zwar zwangsgesteuert von den Drehkörpern 6 und deren Umfangsausnehmungen 30. Daher treffen zwei Gemischströme etwa in Brennraum-Mitte zusammen, was zu intensiver Verwirbelung führt. Gleichzeitige Zündung über die bevorzugt mit Dauerfunkenbetrieb arbeitenden Doppelzündkerzen 14 bewirkt dann schnellen, sauberen Gemisch-Durchbrand, wobei pro Umdrehung viermal Arbeit an die Flügel 35 18 des Motorläufers 4 übertragen wird. Der volle Energiegehalt kommt dem Liefergrad eines Ottomotor-Zylinders zumindest gleich, er liegt im Regelfalle aber darüber, nämlich bei $1 = 100\%$. Wichtig ist, daß im Leerlauf des Motors jede Bremswirkung durch Arbeits-Abgabe wegfällt, was optimal schadstoffarmen Ausbrand zur Folge hat. Bei Einsatz des Motors in Verkehrsmitteln ist dies z.B. für den Stadtverkehr mit vielen Stillstandszeiten eine bedeutsam vorteilhafte Eigenschaft.

40 Zu erwähnen ist, daß die durch Flügelhöhe und Flügelbreite bestimmte Größe der Schub- und Saugflächen nicht auf die in der Zeichnung dargestellten Maßverhältnisse beschränkt ist. Wo eine rechteckig-gestreckte Form an sich ungünstig wäre, läßt sich durch Anwendung des üblichen Schichtladungs-Verfahrens mit unterschiedlichen Gemischen, die in der Brennkammer vereinigt werden, ein guter Verbrennungs-Ausgleich erzielen. Beim Ottomotor hingegen ist eine Schichtladung nur mit hohem Aufwand 45 realisierbar.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Motors beruht auf dem Synchronantrieb der Wellen 54, 55 durch gleichartige Zahnräder 24, 25, 26 (Fig. 3). Infolge des Durchmesser-Unterschiedes an der Kontaktstelle 59 ist die Umfangsgeschwindigkeit der Drehkörper bzw. Steuerwalzen 6 größer als diejenige des Motorläufers 4, so daß im Berührungspunkt 59 ein Reibeffekt auftritt, durch den mögliche 50 Ablagerungen und Verbrennungs-Rückstände fortlaufend beseitigt werden. Entstehender Abrieb wird mit den Abgasen durch die Auslässe 15 ausgeblasen. Zu beachten ist, daß an der Kontaktstell 59 eine hohe Dichtigkeit gewährleistet ist, weil sich der Verbrennungsdruck gegen den Umlaufsinn der beiden Walzen 4, 6 richtet. In Fig. 1 ist dies durch Pfeile angedeutet. Im Verdichter V, 2 kann der Bewegungsspalt 39 (Fig. 3, 13, 15) für hochviskose Kraftstoffe am Segment 37 (Fig. 18) nachgestellt werden. Genügend Dichtigkeit besteht für Benzin oder Dieselöl bereits mit dem normalen Bewegungsspiel von 0,01 mm bis 0,02 mm 55 zwischen Drehkörper 6 und Arbeitsraum 8.

Fig. 10 zeigt einen Querschnitt durch einen Vollkeramik-Läufer 4 mit Dehnungsausgleichs-Elementen 36, welche bei sehr hohen Temperaturen auftretende Spannungen abfangen. Die Läuferwelle 54 ist aus

hitzebeständigem Stahl. Dank einer sehr schmalen Berührungsstelle wird wenig Wärme vom Läufer 4 zur Welle 54 übertragen. Hohlräume in den Dehnungsausgleichs-Elementen 36 (Fig. 11) können zur Kühlung verwendet werden, beispielsweise mit einem Luftkreislauf. Fig. 12 zeigt eine Seitenansicht des Vollkeramik-Läufers 4 mit teilweiseem Schnitt entsprechend der Linie XII-XII in Fig. 10.

5 Keramische Verkleidungen, die zum Spannungsausgleich auch mehrmals geteilt sein können, sind in Fig. 13 und 14 mit Kreuzschraffur dargestellt. Die benutzte Keramik kann armiert sein, z.B. mit Welldraht oder Karbonfasern. An Fügeflächen können Trennelemente 49 vorgesehen sein. Eine Seitenauskleidung oder - bei zweiteiliger Ausführung - zwei Seitenauskleidungen 51, 52 sind zweckmäßig in den Abdichtungsscheiben 61 vorgesehen (Fig. 14). Zur äußeren Begrenzung im Gehäuse hin sind zweckmäßig Luftzwischenräume 47 vorhanden, zwischen denen sich Auflagebereiche 46 befinden.

10 In Fig. 15 ist ein vereinfachter Motorblock M, 1 dargestellt, wobei der Läufer 4 pro Wellenumdrehung nur je zwei Hübe bewirkt. Außenliegende Verdichterblöcke sind nicht vorhanden; vielmehr schließt im Motorblock-Inneren an eine Brennkammer K eine Verdichterkammer L an. Am Auslaß 15 ist eine Erweiterung 44 vorgesehen, durch die der Hub in der Brennkammer K funktionsmäßig verkürzt wird. So ist ein angemessenes Verhältnis zur Verdichterstrecke gewahrt, beispielsweise mit einem Hub über einen Winkel von 100°, wogegen dem Arbeits-Verbrennungshub etwa 80° zugeordnet sind. Kraftstoff wird über die Einspritzdüse 17 zugeführt, entlang des Ringspaltes 39 aufbereitet und anschließend zerstäubt, wie in Fig. 7 gezeigt. Auch hier erfolgt die Zündung mittels einer Dauerfunken-Zündkerze 14. Weil sich bei diesem System Verdichterhub- und Verbrennungshub-Anfangspunkte gegenüber liegen, gibt es keine nachteiligen gegenseitigen Einflüsse. Gelangt Frischluft oder Gasgemisch - bedingt durch einen Schlupf zwischen den rotierenden Elementen 4, 6 - in die Brennkammer K, so werden sie mitverbrannt. Falls umgekehrt unverbrannte Gase in die Verdichterkammer L gedrückt werden sollten, erfolgt eine Nachverdichtung mit anschließender Verbrennung. Das erzeugte Drehmoment wird nacheinander einmal auf den Flügel P und dann auf den Flügel Q übertragen. Trotz nur einseitiger Kraftübertragung wird auch hier der Brennraum K doppel genutzt.

25 Dies schließt nicht aus, daß man nach Bedarf zusätzlich einen Verdichter außen anflanscht, so daß der Motor M,1 mit einer zweistufigen Ladeeinrichtung versehen ist, wobei der Ausgang des zusätzlichen Laders an den Luft-Ansaug einlaß angeschlossen wird. Selbst bei niedrigem Luftdruck, z. B. im Gebirge, erzielt man so hohe Motorleistungen. Dank des höheren Ladedrucks kommen ferner erhöhte Drehzahlen in Betracht, wodurch eventuell an der Berührungsstelle 59 auftretende Schlupf-Gasverluste kompensiert werden.

30 Eine weitere Abwandlung ist in Fig. 16 gezeigt. Dabei hat die Arbeitshub-Verbrennungskammer K einen kleineren Radius als die Verdichterkammer L, was ohne Verkürzung des Arbeitshubes einen angemessenen Liefergrad ergibt. Der starre Läuferflügel 75 reicht über den gesamten Durchmesser des Arbeitsraumes 7. Zwischen dessen (links und rechts) unterschiedlichen Radien sind oval verlaufende Rückführkurven 58 vorgesehen, über die der Läuferflügel 75 von den Drehkörpern bzw. Steuerwalzen 6, 76 geführt und aufgenommen wird. Bei genügend großem Volumen der Verdichterkammer L kann diese Anordnung als Saugmotor mit Vergaser betrieben werden.

35 Eine Schnittansicht entsprechend der Linie XVII-XVII in Fig. 15 ist aus Fig. 17 ersichtlich. Man erkennt, daß Ein- und Auslaß 16 bzw. 15 in einer Ebene liegen; Doppelzündkerzen sind mit 14 bezeichnet. Zwei Einspritzdüsen 17 sind für das erwähnte Schichtladungsverfahren verwendbar. Rückschlagventile 9 zwischen den Seitenkanälen 20 und dem Querkanal 10 sind schematisiert als Kugelventile eingezeichnet.

40 Ein Motor gemäß Fig. 18 ist für drei Arbeitshübe vorgesehen. Sein Flügelläufer 65 hat drei Flügel 18, die den Umlaufraum in drei Kammern teilen, nämlich in die Brennkammer K und zwei Verdichterkammern L1, L2. Zwischen dem Einlaß 16 und dem Auslaß 15 ist in Umlaufrichtung U eine verhältnismäßig lange Strecke bzw. ein großer Winkelbereich vorhanden, so daß die vor den Einzelflügeln P, Q, R ausgeschobene Restabgasmenge des Spülhubes nur zu kleinsten Anteilen mit der Frischluft angesaugt werden kann. Wenn - wie gezeichnet - der Flügelläufer 65 und der Drehkörper 6 verhältnismäßig große Durchmesser haben, ist eine niedrigere Drehzahl erwünscht, um die Umfangsgeschwindigkeiten angemessen niedrig zu halten. Dazu dient ein Getriebe mit zwei Steuerzahnradern 66 auf den Wellen 54 bzw. 55 und zwei getrennt gelagerten Zwischenzahnradern 67, die miteinander und mit je einem der Steuerzahnräder 66 kämmen. Man sieht, daß diese Untersetzung den Drehsinn der Walzen 65, 6 nicht ändert, so daß diese synchron und gegensinnig unter Berührung an der Kontaktstelle 59 umlaufen.

45 Bei der in Fig. 19 bis 22 dargestellten Bauform wird der Brennraum-Ladevorgang mittels Steuerscheiben 69 vorteilhaft gesteuert. Die axiale Lage der Steuerscheiben 69 auf der hier als Keilwelle ausgebildeten Läuferwelle 54 geht aus Fig. 21 hervor. Ventilbohrungen 71 sind zum Langloch ausgestaltet (Fig. 20), um den Ladevorgang optimal anzupassen. Das Rückschlagventil 9 sitzt in einem äußeren Stichkanal nahe dem einen Zwickel 13, welcher der Doppelzündkerze 14 gegenüberliegt. Die hier mit 56, 57 bezeichneten Flügel-Enden begrenzen wiederum die Arbeitshübe in der Brennkammer K und in der Verdichterkammer L.

Die koaxialen Steuerscheiben 69 können in die Brennkammern K1, K2 verlegt, d.h. in die Seitenplatte(n) 62 eingelassen und auf den Motor-Flügeläufer 4 aufgeschraubt oder mit ihm einstückig sein (Fig. 20a). Ihre Stirn- und Umfangsflächen können die Luft- bzw. Gaslagerung des Flügeläufers 4 übernehmen, was auch bei der Stahlausführung vorteilhaft ist, um den Ladedruck-Schlupf zu mindern. Der Abstand B zwischen den
 5 Steuerscheiben 69 bestimmt die genaue Breite des bzw. jedes Drehkörpers 21. Für hohe Drehzahlen ist es vorteilhaft, wenn die Gegenbohrungen zu den Einström-Öffnungen 12 länglich gestaltet sind, so daß je Ladevorgang genügend viel Gasvolumen einströmen kann.

In schematisch auseinandergezogener Darstellung zeigt Fig. 22 die linke Hälfte des Motors von Fig. 21. Stellvertretend veranschaulicht diese Zeichnung zugleich den Aufbau der erfindungsgemäßen Rotationskolbenmaschine auch bei anderen Bauformen. Man erkennt, daß die ganze Einheit aus verhältnismäßig
 10 wenigen Bauteilen besteht, die dank platten- bzw. scheibenförmiger Gestalt kostengünstig zu fertigen und zu montieren sind.

Eine weitere kombinierte Bauform ist in Fig. 23 gezeigt. Die hier außermittig angeordnete Läuferwelle 54 trägt einen Läufer 4 mit zwei Einzelflügeln P, Q zur Begrenzung einer Brennkammer K und einer
 15 Verdichterkammer L. Letztere ist wiederum größer, indem vom Einlaß 16 ein verhältnismäßig langer Bogen bis zum Auslaß 15 führt, dessen hochgezogene Anordnung den Verbrennungshub verkürzt. Diese Maßnahme dient dazu, einen Liefergrad nahe 1 zu erreichen, d.h. ein gutes Ladeverhältnis. Ein solcher Motor eignet sich gut für Geräte wie Rasenmäher, Kleinfahrzeuge usw.

Bei der in Fig. 24 und 25 veranschaulichten Bauform hat der Motorläufer 4 nur einen Flügel 18, der in
 20 nur eine Ausnehmung 30 des Drehkörpers 6 eintaucht. Es ergibt sich ein Brennweg auf einem Bogen von beispielsweise 280°, so daß langflammige Kraftstoffe wie Kohlenstaub oder Kohlenstaubpaste zu bevorzugen sind, um einen hohen Liefergrad (weit über 1) zu erzielen. Der im Zwickel gegenüber der Zündkerze 14 befindliche Auslaß ermöglicht das direkte und störungsfreie Ausblasen der anfallenden Verbrennungs-
 25 Rückstände (Asche). Fig. 25 zeigt den Verdichterblock V, 2 mit solcher Stellung des Verdichterbüchsenläufers 5 und des Drehkörpers 21, daß der Flügel 19 sich gerade in der zugehörigen Ausnehmung 30 befindet. Man erkennt ferner, daß die Bauform nach Fig. 24 und 25 sich auf einfache Weise leicht zu einem Dampfmotor oder Hydraulikmotor abwandeln läßt.

Die schematische Darstellung von Fig. 26 stellt eine Wirbelsperre in Form einer Abdichtung 72 ohne
 30 Dichtlippen dar, die für einen Keramikmotor vorteilhaft ist, wobei eine dynamische Strömung einen Sperreffekt erzeugt. Eine solche Wirbelsperre kann ohne Dichtlippen (Fig. 26) für einen Keramikmotor und mit Dichtlippe 73 (Fig. 27) für eine Stahlausführung verwendet werden.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, zumal sie die unterschiedlichsten Varianten und Kombinationen zuläßt. Man erkennt aber, daß eine Rotationskolbenmaschine nach der Erfindung allgemein wenige, plattenförmige Bauteile und innerhalb des Gehäuses G einen
 35 bevorzugt zwischen zwei Verdichterblöcken V, 2 gekapselten Motorblock M, 1 hat. Auf Wellen 54, 55 gelagerte gleichartige Flügeläufer 4, 5 kämmen mit dazu achsparallelen Drehkörpern 6, 21 berührungslos derart, daß einander diametral gegenüberliegende Arbeitsräume 7; 8 sowie Ein- und Auslässe 12; 15, 16 pro Umlauf z.B. zweimal von den Flügeln 18; 19 überstrichen werden; dann sind bei faktischer Hubraum-
 40 Verdoppelung die Brennraum-Kaltflächen anteilig halbiert sowie die vier Ein- und Auslaßöffnungen ebenfalls faktisch verdoppelt und so die Strömungsgeschwindigkeiten entsprechend gesenkt. Kurze, breite Verbindungswege 10, 20 bewirken guten Gasaustausch mit mäßig hoher Strömungsgeschwindigkeit. Während jeder Motorwellen-Umdrehung erfolgen zwei symmetrischgegenüberliegende Verbrennungshübe (= vier Arbeitshübe), somit je vier Auspuff-, Spül-, Ansaug- und Verdichtungshübe. Die Konstruktion erlaubt Vollkeramik-Bauweise und Typenvielfalt.

Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und
 45 Vorteile einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen können so für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

50

55

Bezugszeichen-Liste

5		A	Axialrichtung		
		B	Breite		
		G	Gehäuse		
		K1, K2	Brennkammern		
10		L1, L2	Verdichter-kammern		
		M	Motorblock		
		P, Q, R, S	Flügel		
15		U	Umlaufrichtung		
		V	Verdichterblock		
20	1	Motorblock		22	Kühlbohrungen
	2	Verdichterblock		23	Verschraubung
	3	Druckspeicher		24, 25, 26	Zahnräder
	4	Motor-Flügel-läufer		27, 28	Verdichter-Arbeitsräume
25	5	Verdichter-Flügel-läufer		29	Kanal
	6	Drehkörper		30	Umfangsausnehmungen
	7	Arbeitsraum (für 4)		31	Zentral-Schmiernippel
30	8	Arbeitsraum (für 6)		32	Kupplung
	9	Rückschlagventil		33	Dichtungen
	10	Axialkanal		34	Sternauflager
	11	Absperrorgan			
35	12	Einströmöffnung		36	Dehnungsausgleichs-Elemente
	13	Zwickel		37	Segment/Druckstück
	14	Zündkerze		38	Stellschraube
40	15	Auslaß		39	Ring-Spalt
	16	Einlaß		40	Kraftstoff-Sprühnebel
	17	Einspritzdüsen		41	Hilfsbohrungen
	18	Motor-Flügel		42	Ausnehmung
45	19	Verdichter-Läuferflügel		43	Steuerwalzen-Aussparung
	20	Seitenkanal		44	Erweiterung
	21	Drehkörper			
50					
55					

	46	Auflagebereiche
	47	Luftzwischenräume
5	48	Steuerwalzen
	49	Trennelement
	50	Einström-Öffnung
10	51, 52	Seitenauskleidungen
	53	Verdichter-Eingänge
	54	Welle (von 4)
	55	Welle (von 6)
15	56, 57	Flügel-Enden
	58	Rückführkurve
	59	Kontakt-/Berührungsstelle
20	60	Abdichtung
	61	Abdichtungsscheiben
	62	Seitenkanalplatten
25	63	Lagerplatten
	64	Abdeckplatten
	65	Dreiflügelläufer
30	66	Steuerzahnräder
	67	Zwischenzahnräder
	68	Verdichterhub-Einsatzpunkt
	69	Steuerscheiben
35	70	Motorflügel
	71	Ventilbohrungen
	72, 73	Abdichtungen mit/ohne Dichtlippen
40	74	Zwickel
	75	Läuferflügel
	76	untere Steuerwalze
45	77	Ausnehmung
	78	Arbeitsraum (von 76)

50 **Patentansprüche**

1. Rotationskolbenmaschine, insbesondere Drehkolben-Verbrennungsmotor (M), mit einem Abdeckplatten (64) aufweisenden Gehäuse (G), in dem allgemein zylindrischbegrenzte Arbeitsräume (7, 8) überlappend nebeneinander angeordnet sind, wobei in einem vorzugsweise mittig angeordneten Arbeitsraum (7) auf einer Welle (54) ein Läufer (4) mit radial ausladenden Flügeln (18), Rippen, Vorsprüngen o.dgl. gelagert ist, die beim Umlauf in ihnen zugeordnete Umfangsausnehmungen (30) eines Drehkörpers (6) eintreten, der in einem benachbarten Arbeitsraum (8) auf paralleler Welle (55) gelagert ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Gehäuse (G) einen Motorblock (M, 1) aufweist, an den axial wenigstens

einerseits ein Verdichterblock (V, 2) anschließt, in dem gleichartige Flügelläufer (5) bzw. Drehkörper (21) auf denselben Wellen (54, 55) angeordnet sind (Fig. 1 bis 3).

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der bzw. jeder Verdichterblock (V, 2) zwischen einem an die Abdeckplatte (64) anschließenden Lagerteil (63) und einem dem Motorblock (M, 1) benachbarten Seitenkanalteil (62) axial dicht gehalten ist (Fig. 3 und 4).
3. Maschine nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Motorblock (M, 1) axial zwischen zwei Verdichterblöcken (V, 2) sitzt, vorzugsweise mit jeweils einer ein- oder zweiteiligen Abdichtungsscheibe (61) dazwischen.
4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verdichter-Flügel (19) insbesondere in Axialrichtung (A) größer als die Motor-Flügel (18) sind (Fig. 3 und 4).
5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gehäuseteile (1, 2, 62, 63, 64) platten- oder scheibenförmig ausgebildet und durch Verschraubungen (23) satt aneinander anliegend, jedoch lösbar zusammengehalten sind.
6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß in zumindest einem zwischen benachbarten Arbeitsräumen (8, L₂) des bzw. jedes Verdichters (V, 2) gebildeten Zwickel (74) ein Strömungs-Einlaß (16) angeordnet ist (Fig. 2).
7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß in einem zwischen benachbarten Arbeitsräumen (7, 8) des Motorblocks (M, 1) gebildeten Zwickel (13) jeweils eine Zündeinrichtung (14) und zu dieser ebenenversetzt ein Strömungs-Auslaß (15) angeordnet ist (Fig. 1 und 13).
8. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß in dem bzw. jedem Seitenkanalteil (62) quer zu den Wellen (54, 55) verlaufende Kanäle (20) vorhanden sind, die insbesondere verdichterseitig oder nahe Einströmöffnungen (8, 12) zum Motorblock (M, 1) Rückschlagventile (21) aufweisen (Fig. 3).
9. Maschine nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kanäle (20) über Axialkanäle (10) entlang oder in den Drehkörper-Wellen (55) miteinander in Strömungsverbindung stehen.
10. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Seiten- und die Axialkanäle (20 bzw. 10) zusammen ein Volumen haben, das bei gegebenem Verdichtungs-Verhältnis (z.B. 10:1) dem effektiven Verdichtungs-volumen im Läufer-Arbeitsraum (7) entspricht.
11. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß zumindest die Axialkanäle (10) mit einem feder- oder gasbelasteten Ladedruckspeicher (3) strömungsverbunden oder -verbindbar sind.
12. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß der bzw. jeder Flügel (19) des Verdichter-Läufers (5) dem bzw. jedem Flügel (18) des Motor-Läufers (4) in Umlaufrichtung (U) voreilt (Fig. 2 und 1).
13. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Flügel (18), Rippen, Vorsprünge o.dgl. im Querschnitt kleiner als die zugeordneten Umfangsausnehmungen (30) sind und beim Umlauf daran zumindest im wesentlichen berührungsgelos vorbeigehen (Fig. 8 und 9).
14. Rotationskolbenmaschine, insbesondere Drehkolben-Verbrennungsmotor (M), mit einem Abdeckplatten (64) aufweisenden Gehäuse (G), in dem allgemein zylindrischbegrenzte Arbeitsräume (7, 8) überlappend nebeneinander angeordnet sind, wobei in einem vorzugsweise mittig angeordneten Arbeitsraum (7) auf einer Welle (54) ein Läufer (4) mit radial ausladenden Flügeln (18), Rippen, Vorsprüngen o.dgl. gelagert ist, die beim Umlauf in ihnen zugeordnete Umfangsausnehmungen (30) eines Drehkörpers (6) eintreten, der in einem benachbarten Arbeitsraum (8) auf paralleler Welle (55) gelagert ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Motorzelle (M, 1) in Sandwich-Bauform mit zwei Verdichtierzellen (V, 2)

zusammengebaut ist, daß einem Flügelläufer (4) zwei benachbarte, achsparallele Drehkörper (6, 21) symmetrisch-fluchtend zugeordnet sind und daß diese je zwei einander gegenüberliegende Brenn- und Verdichterkammern (K1, K2; L1, L2) begrenzen, welche pro Wellenumlauf zweimal von den Flügeln (18, 19) überstrichen und daher in symmetrischen Hüben doppelt genutzt werden.

5

15. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Kraftstoff-Versorgung je Motorblock (M, 1) zwei Paare von Einspritzdüsen (17) vorhanden sind, wobei vorzugsweise am Umfang des bzw. jedes Verdichters (V, 2) zwei Einspritzdüsen (17) einander gegenüberliegen (Fig. 3).

10

16. Maschine nach Anspruch 8 und Anspruch 14 oder 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß Strömungsverbindungen zwischen Seitenkanälen (20) nicht vorhanden oder durch Absperrorgane (11) verschließbar sind (Fig. 3).

15

17. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Läufer (3, 5), die Drehkörper (6, 21) und/oder die Arbeitsräume (7, 8, 27, 28) aus hochhitzebeständigem Material wie Keramik bestehen oder damit überzogen bzw. verkleidet sind.

20

18. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß die bevorzugt aus hitzebeständigem Stahl bestehende Welle (54) des Flügelläufers (4) in Radialrichtung elastisch abgestützt ist.

25

19. Maschine nach Anspruch 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Radialabstützung der Läufer-Welle (54) Sternaufleger (34) an oder in einem federnden Schnellstahl-Lager einer benachbarten Abdeckplatte (64) vorgesehen sind, namentlich mit radialen Dehnungsausgleichs-Elementen (36, Fig. 11 und 12).

30

20. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Welle (54) des Flügelläufers (4) zumindest im Motorblock (M, 1) gasgelagert ist, z.B. mittels in einem Schmierkanal (29, Fig. 11 und 12) in der Welle (54) herangeführtem Verdichtungs- oder Brenngas.

35

21. Rotationskolbenmaschine, insbesondere Drehkolben-Verbrennungsmotor (M), mit einem Abdeckplatten (64) aufweisenden Gehäuse (G), in dem allgemein zylindrischbegrenzte Arbeitsräume (7, 8) überlappend nebeneinander angeordnet sind, wobei in einem vorzugsweise mittig angeordneten Arbeitsraum (7) auf einer Welle (54) ein Läufer (4) mit radial ausladenden Flügeln (18), Rippen, Vorsprüngen o.dgl. gelagert ist, die beim Umlauf in ihnen zugeordnete Umfangsausnehmungen (30) eines Drehkörpers (6) eintreten, der in einem benachbarten Arbeitsraum (8) auf paralleler Welle (55) gelagert ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß in einem Zwickel (13) zwischen Arbeitsräumen (7, 8) des Flügelläufers (4) und eines ersten Drehkörpers (6) eine Zündeinrichtung (14) und in weiteren Zwickeln (74) nahe dem Arbeitsraum (78) eines zweiten Drehkörpers (76) einander gegenüber Strömungs-Ein- und -Auslässe (16, 15) vorhanden sind (Fig. 15).

40

22. Maschine nach Anspruch 21, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Arbeitsraum (7) des Läufers (4) im Querschnitt oval und in dem Läufer (4) ein Flügel (75) achsparallel verschieblich angeordnet ist, dem zwei Drehkörper (6, 76) mit jeweils paarweise verschiedenen Umfangsausnehmungen (30, 77) zugeordnet sind, welche die Flügel-Enden (56, 57) beim Umlauf berühren (Fig. 16).

45

23. Maschine nach Anspruch 22, dadurch **gekennzeichnet**, daß der auslaßseitig angeordnete zweite Drehkörper (76) tiefere Umfangsausnehmungen (77) hat als der erste Drehkörper (6).

50

24. Maschine nach Anspruch 21, dadurch **gekennzeichnet**, daß dem Flügelläufer (4) eine Steuerscheibe (69) mit zwei einander gegenüberliegenden Ventilbohrungen (71) zugeordnet ist, die in bezug auf die Flügel-Enden (56, 57) des Läufers (4) z.B. um 30° bis 35° winkelfersetzt sind und beim Umlauf nacheinander in Strömungsverbindung mit Einström-Öffnung (12) des Motorblocks (M, 1) gelangen (Fig. 19 bis 21).

55

25. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Läufer (4, 6, 76) als Walzenkörper ausgebildet sind (Fig. 5 und 6).

26. Maschine nach Anspruch 25, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Walzenkörper (4, 6, 76) mit den Wellen (54, 55) und/oder mit den Flügeln (18, 19), Rippen, Vorsprüngen o.dgl. einstückig sind.

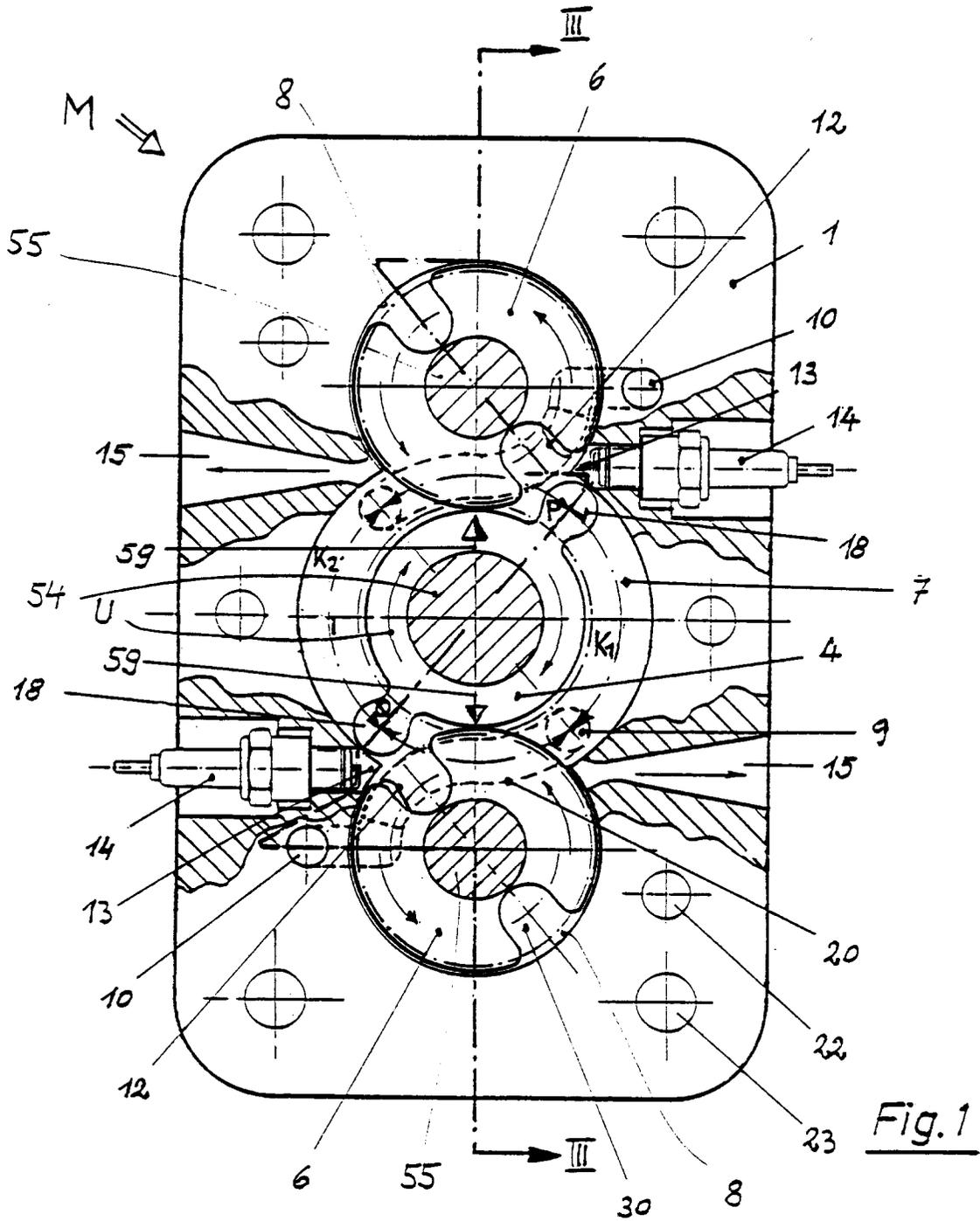
5 27. Rotationskolbenmaschine, insbesondere Drehkolbenmotor (M), mit einem Abdeckplatten (64) aufweisenden Gehäuse (G), in dem allgemein zylindrischbegrenzte Arbeitsräume (7, 8) überlappend nebeneinander angeordnet sind, wobei in einem Arbeitsraum (7) auf einer Welle (54) ein Läufer (4) mit radial ausladenden Flügeln (18), Rippen, Vorsprüngen o.dgl. gelagert ist, die beim Umlauf in ihnen zugeordnete Umfangsausnehmungen (30) eines Drehkörpers (6) eintreten, der in einem benachbarten Arbeitsraum (8) auf paralleler Welle (55) gelagert ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß in einem Zwickel (13) 10 zwischen Arbeitsräumen (7, 8) des Flügelläufers (4) und eines ersten Drehkörpers (6) eine Zündeinrichtung (14) angeordnet ist und daß am Umfang des Arbeitsraums (7) für den Läufer (4) Strömungs-Ein- und -Auslässe (16, 15) vorhanden sind (Fig. 15).

15 28. Maschine nach Anspruch 27, dadurch **gekennzeichnet**, daß dem Läufer (4) wenigstens eine koaxiale Steuerscheibe (69) mit zu den Läufer-Flügeln (18) winkelfersetzten Verdichter-Flügeln (57) zugeordnet ist (Fig. 23).

20 29. Maschine nach Anspruch 28, dadurch **gekennzeichnet**, daß die bzw. jede koaxiale Steuerscheibe (69) in den Brennkammern (K1, K2) angeordnet, insbesondere in die benachbarte Seitenplatte (62) eingelassen ist.

25 30. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Flügel (18, 19) bzw. deren Enden (56, 57) zur Wandung des zugeordneten Arbeitsraums (7 bzw. 8) hin mit lippenlosen Dichtungen (72) oder mit Dichtlippen (73) versehen sind (Fig. 26 und 27).

30 31. Rotationskolbenmaschine, insbesondere Drehkolben-Verbrennungsmotor (M), mit einem Abdeckplatten (64) aufweisenden Gehäuse (G), in dem allgemein zylindrischbegrenzte Arbeitsräume (7, 8) überlappend nebeneinander angeordnet sind, wobei in einem Arbeitsraum (7) auf einer Welle (54) ein radial ausladender Flügel-Läufer (4) gelagert ist, der beim Umlauf mit dem Umfang eines Drehkörpers (6) abwälzend kämmt, welcher in einem benachbarten Arbeitsraum (8) auf paralleler Welle (55) gelagert ist, 35 dadurch **gekennzeichnet**, daß das Gehäuse (G) einen Motorblock (M, 1) aufweist, der in einem Zwickel (74) zwischen Arbeitsräumen (7, 8) des Flügelläufers (4) und des Drehkörpers (6) eine Zündeinrichtung (14) sowie ihr gegenüber einen Strömungs-Auslaß (15) hat (Fig.24), und daß der Motorblock (M, 1) axial zwischen zwei Verdichterblöcken (V, 2) sitzt, die einen Strömungs-Einlaß (16) an einem Zwickel (74) zwischen Arbeitsräumen (27, 28) für einen Verdichter-Läufer (5) aufweisen, der einen Flügel (19) hat, welcher mit einer im Verdichter-Drehkörper (21) befindlichen Umfangsausnehmung (30) kämmt (Fig. 25), wobei die Läufer (4, 5) und die Drehkörper (6, 21) jeweils auf ein und derselben Welle (54 bzw. 55) angeordnet sind.



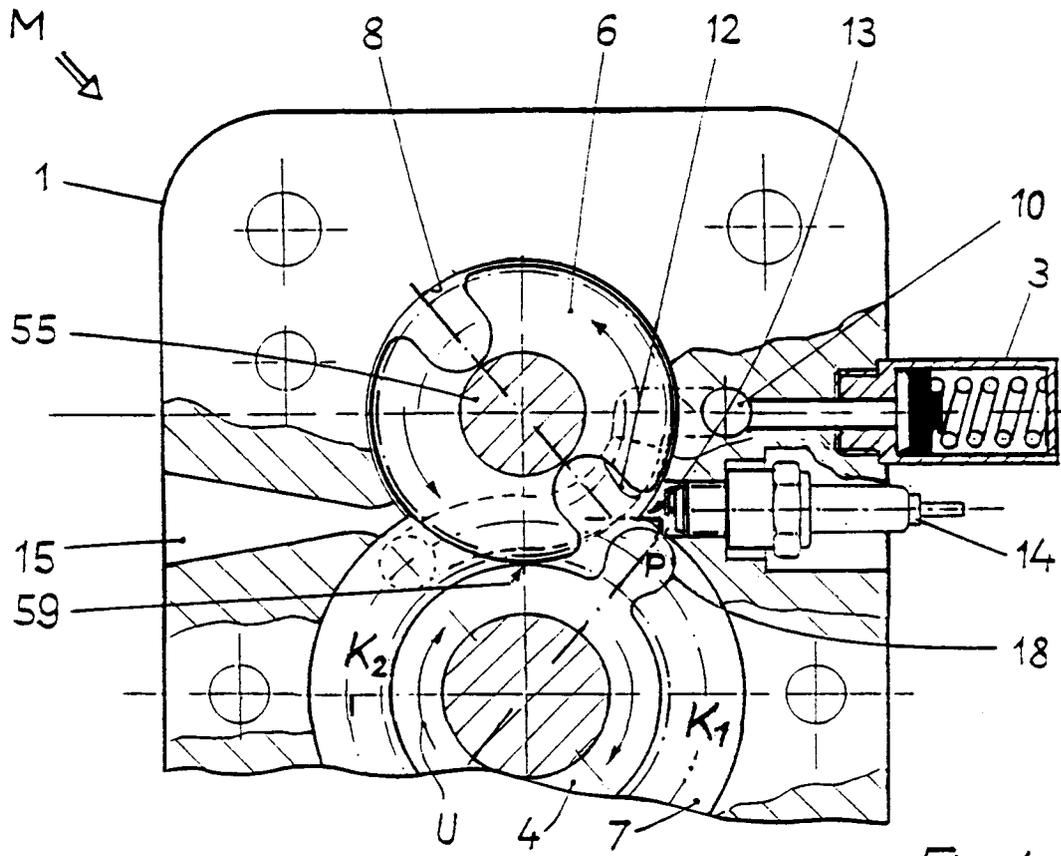


Fig. 1a

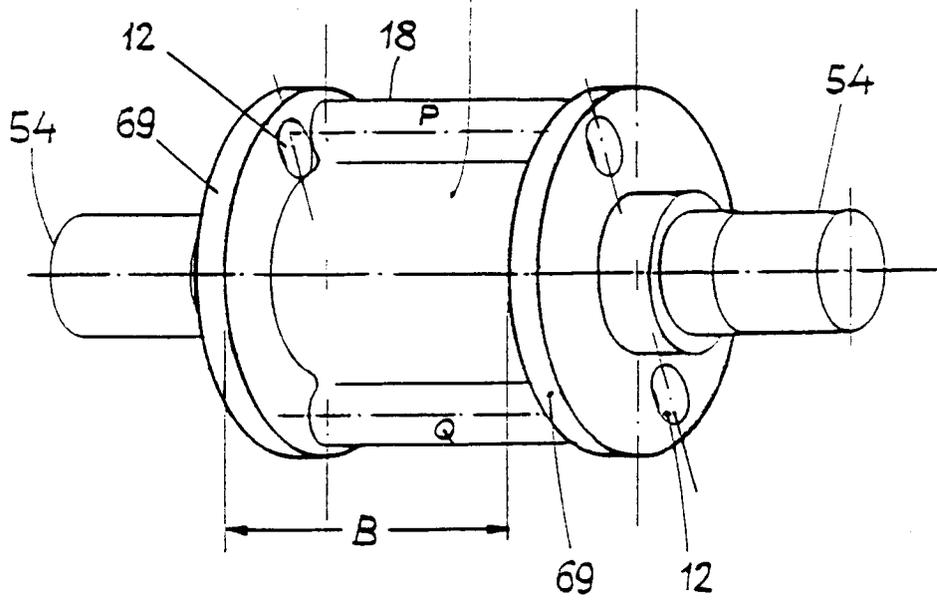
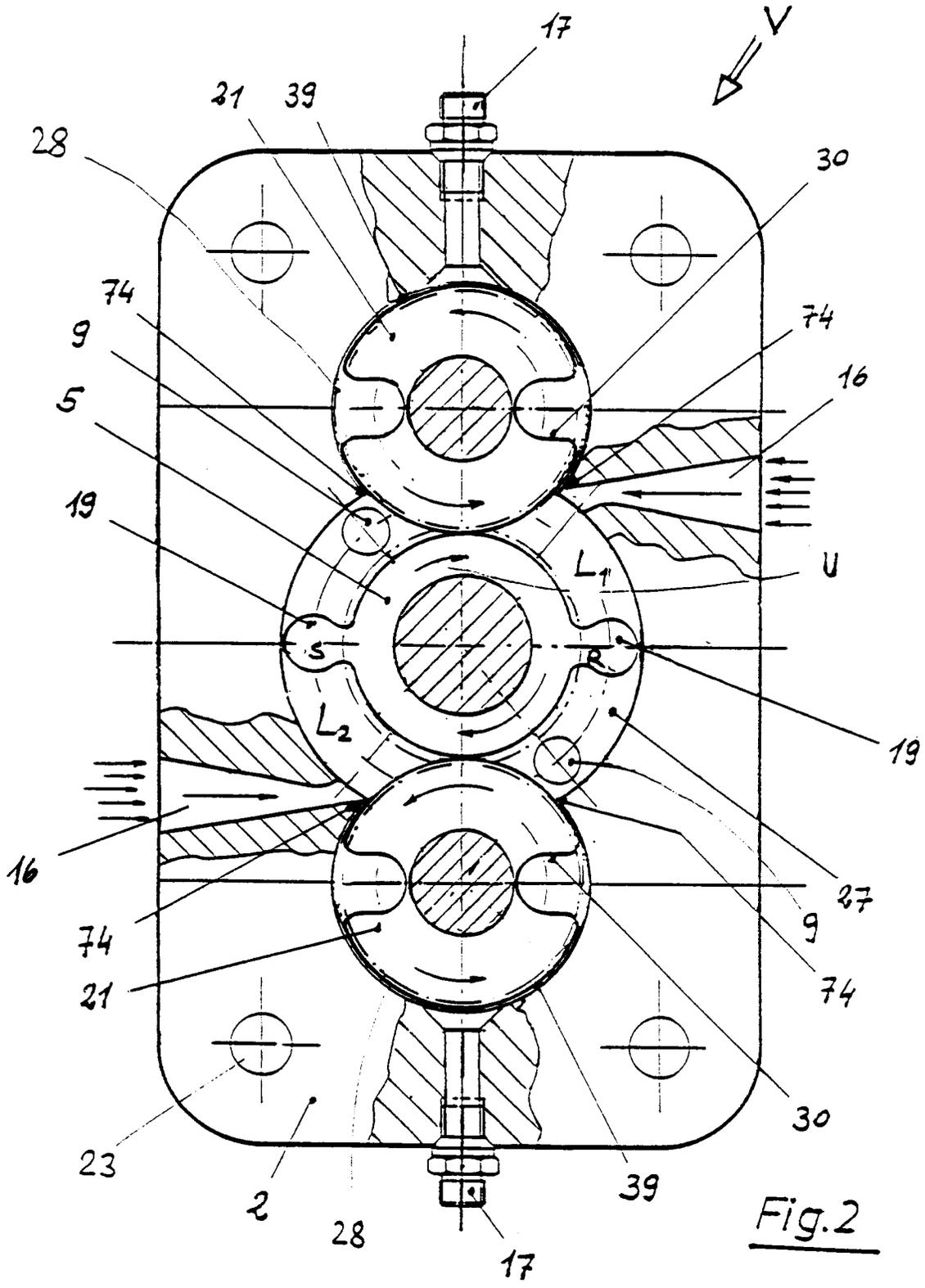


Fig. 20a



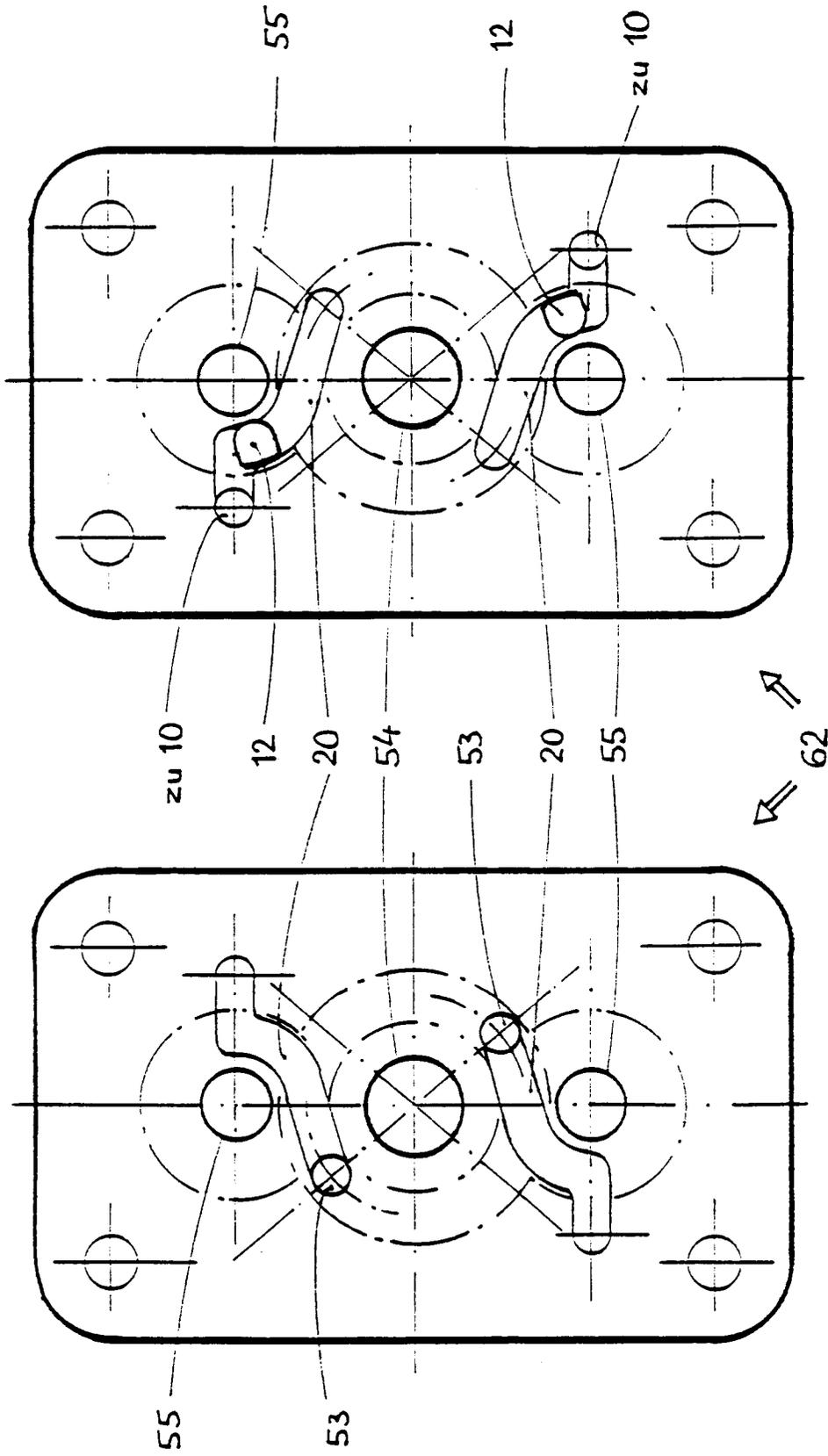
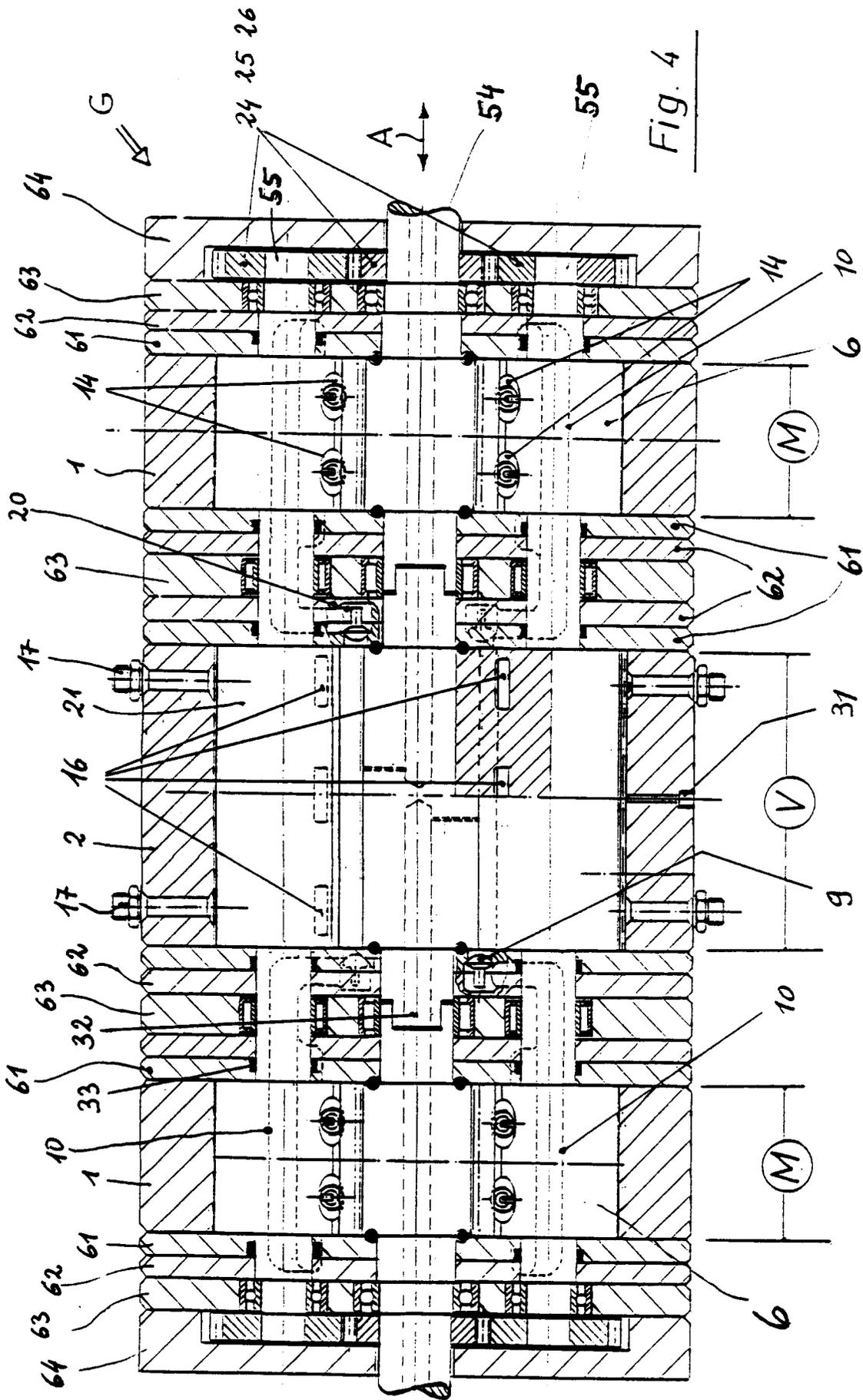


Fig. 3b

Fig. 3a



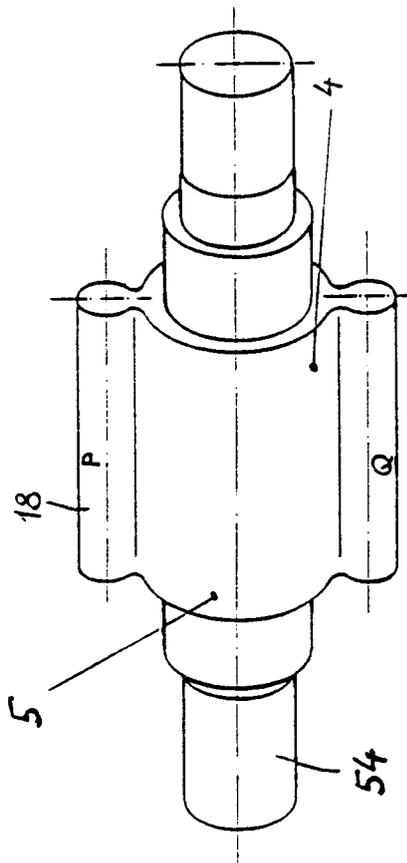


Fig. 5

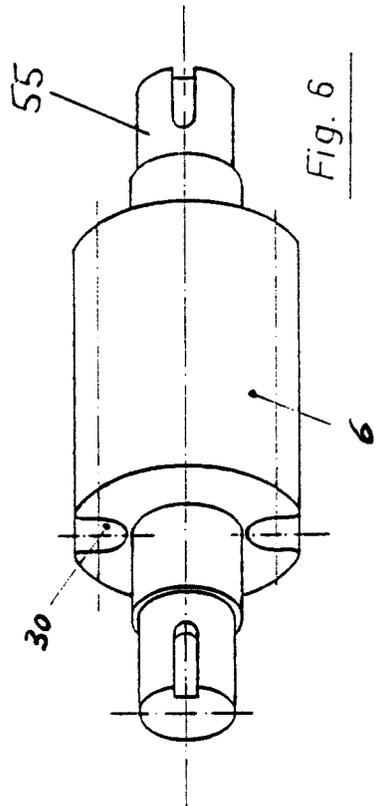


Fig. 6

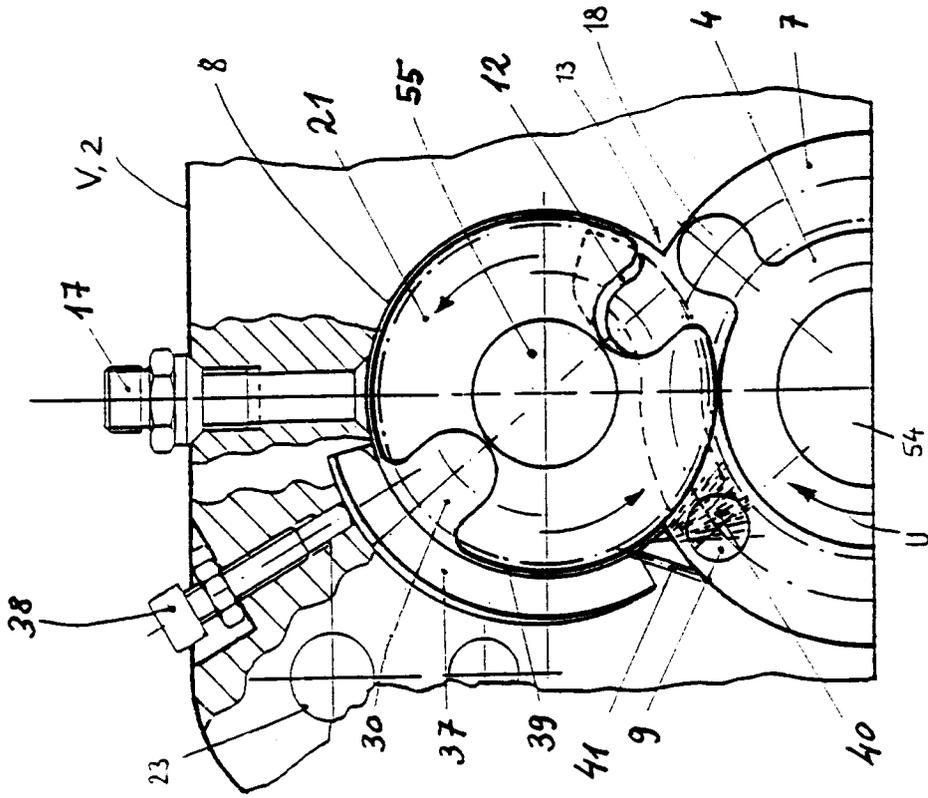
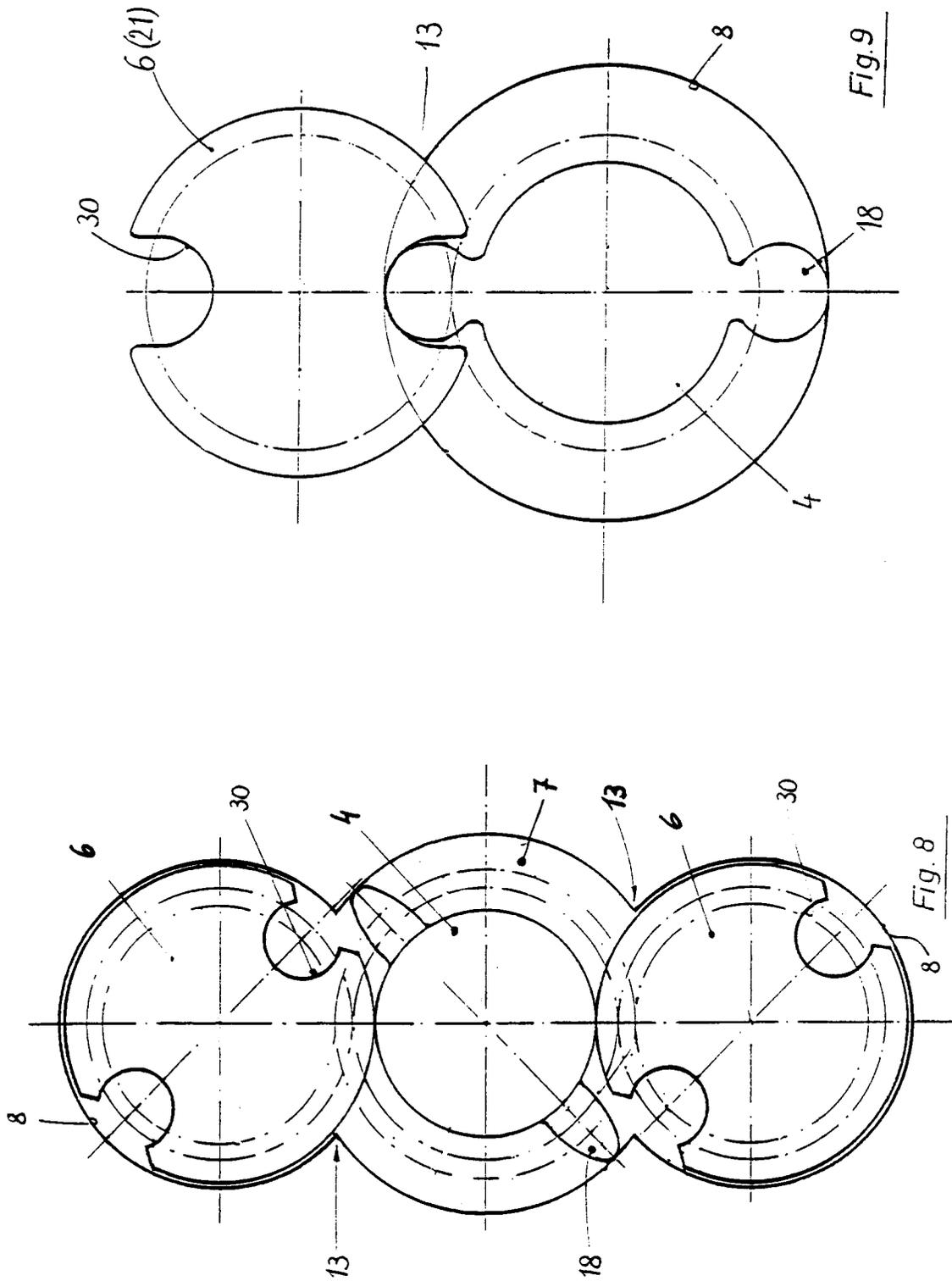
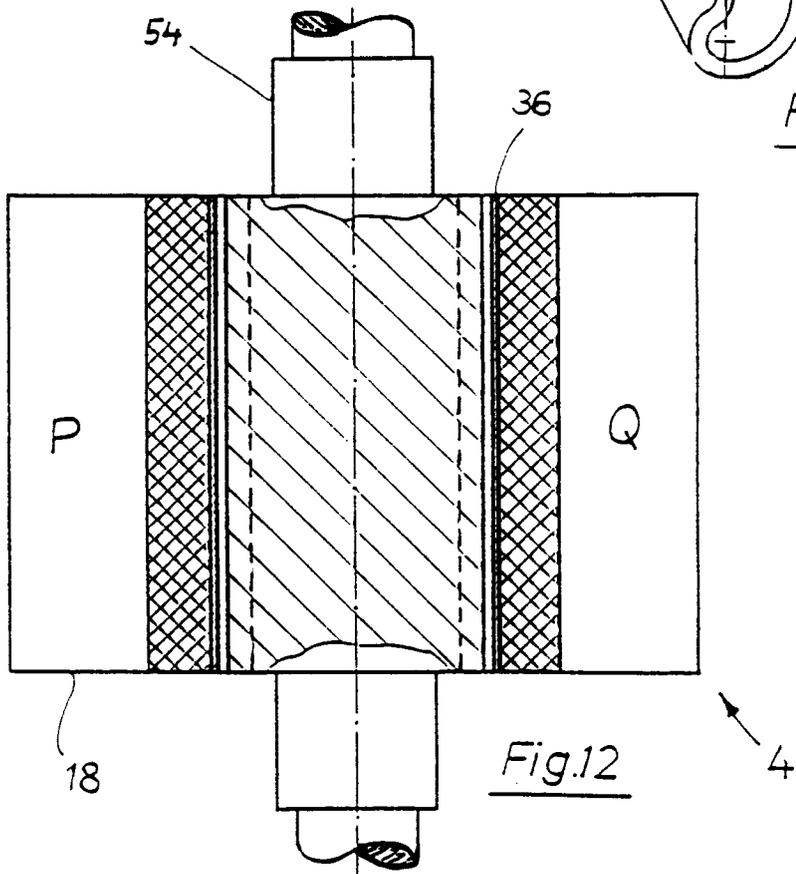
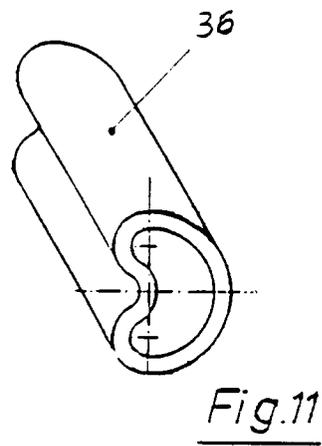
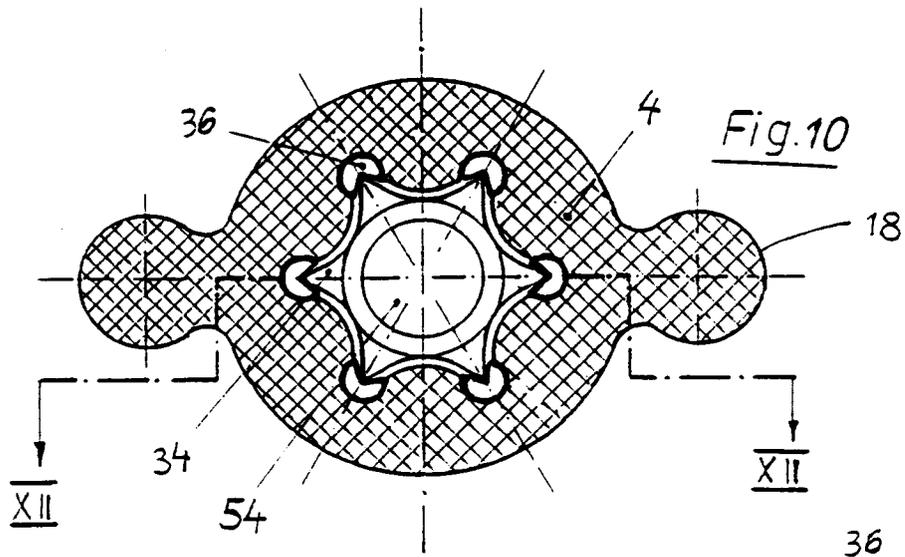


Fig. 7





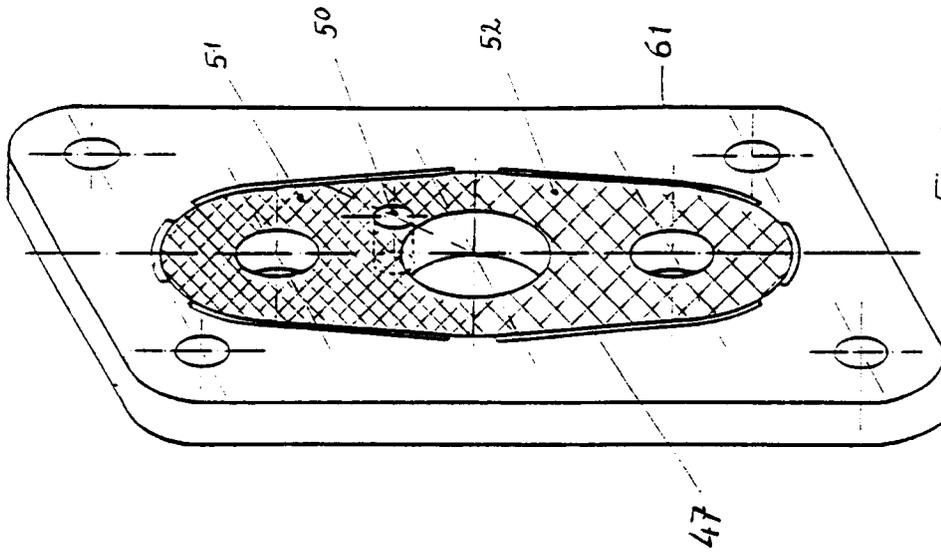


Fig. 14

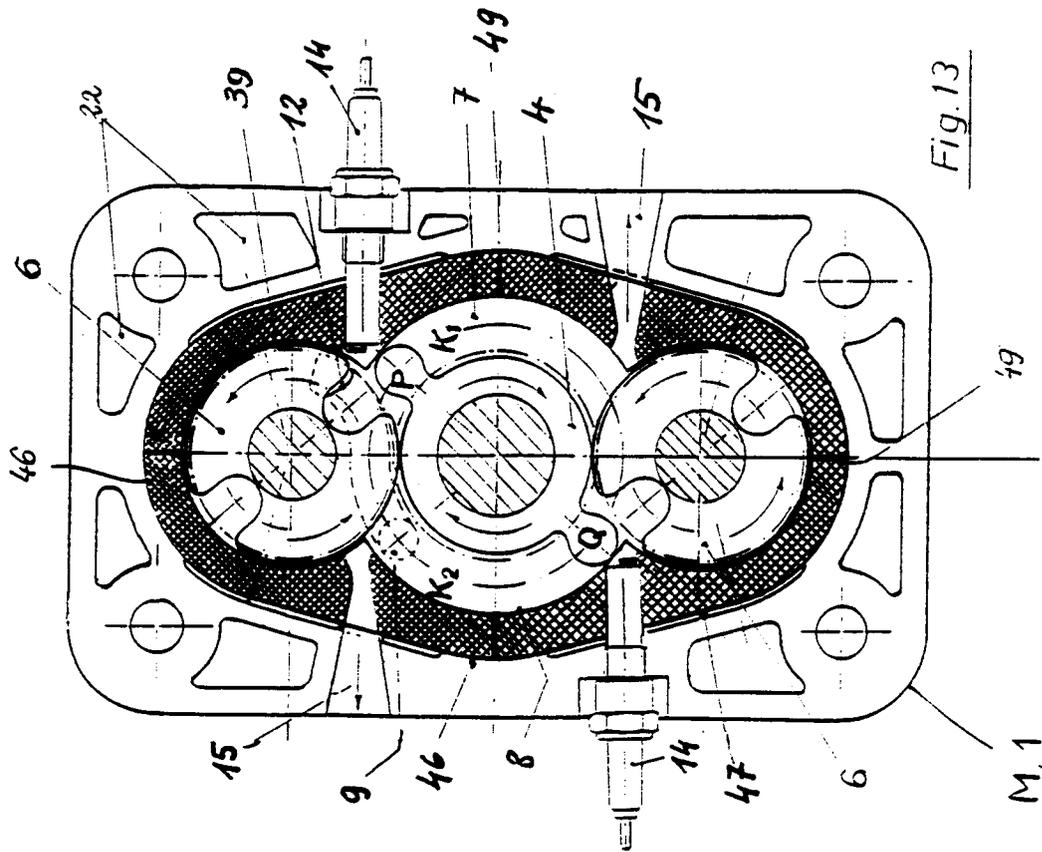
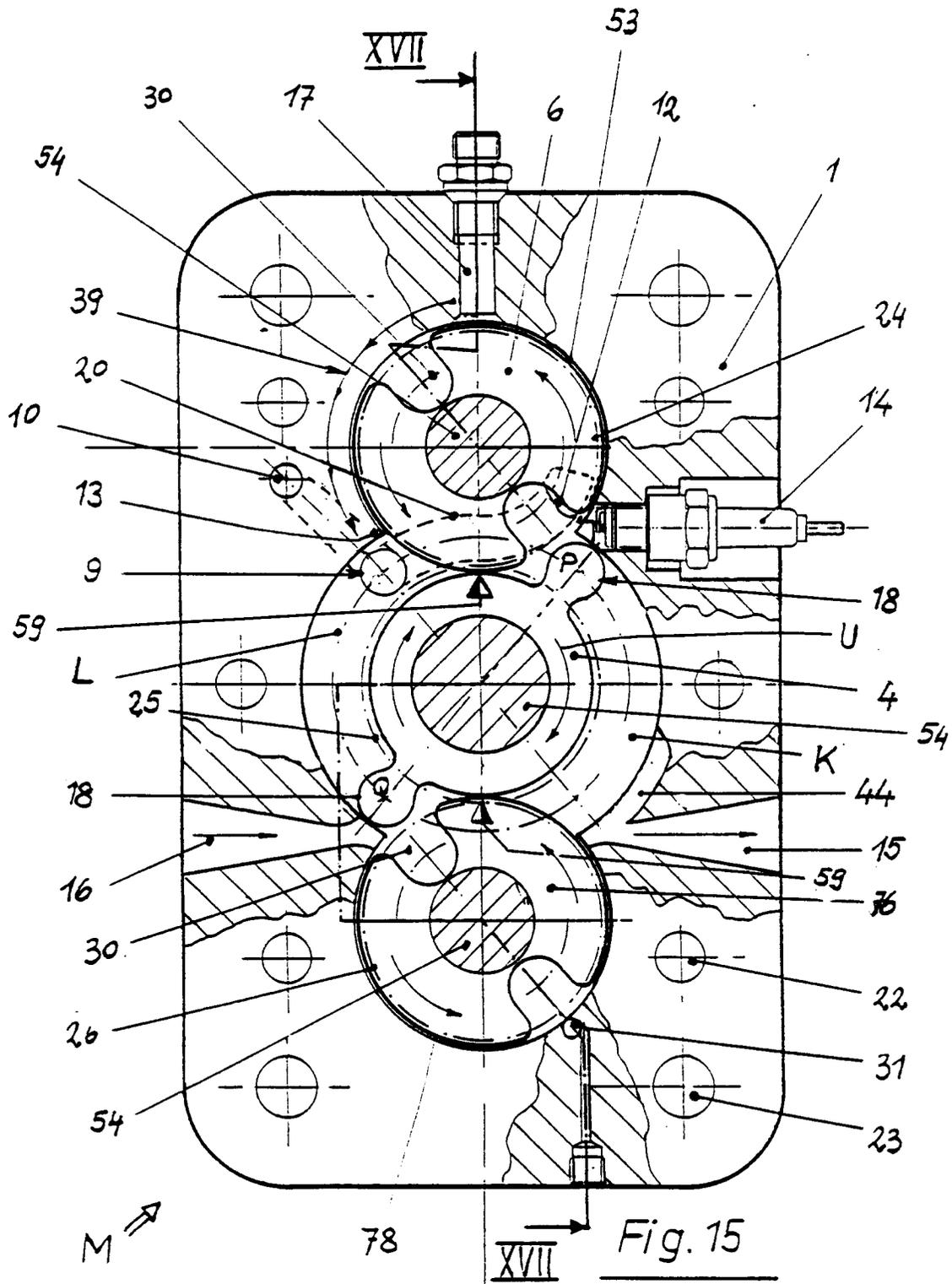
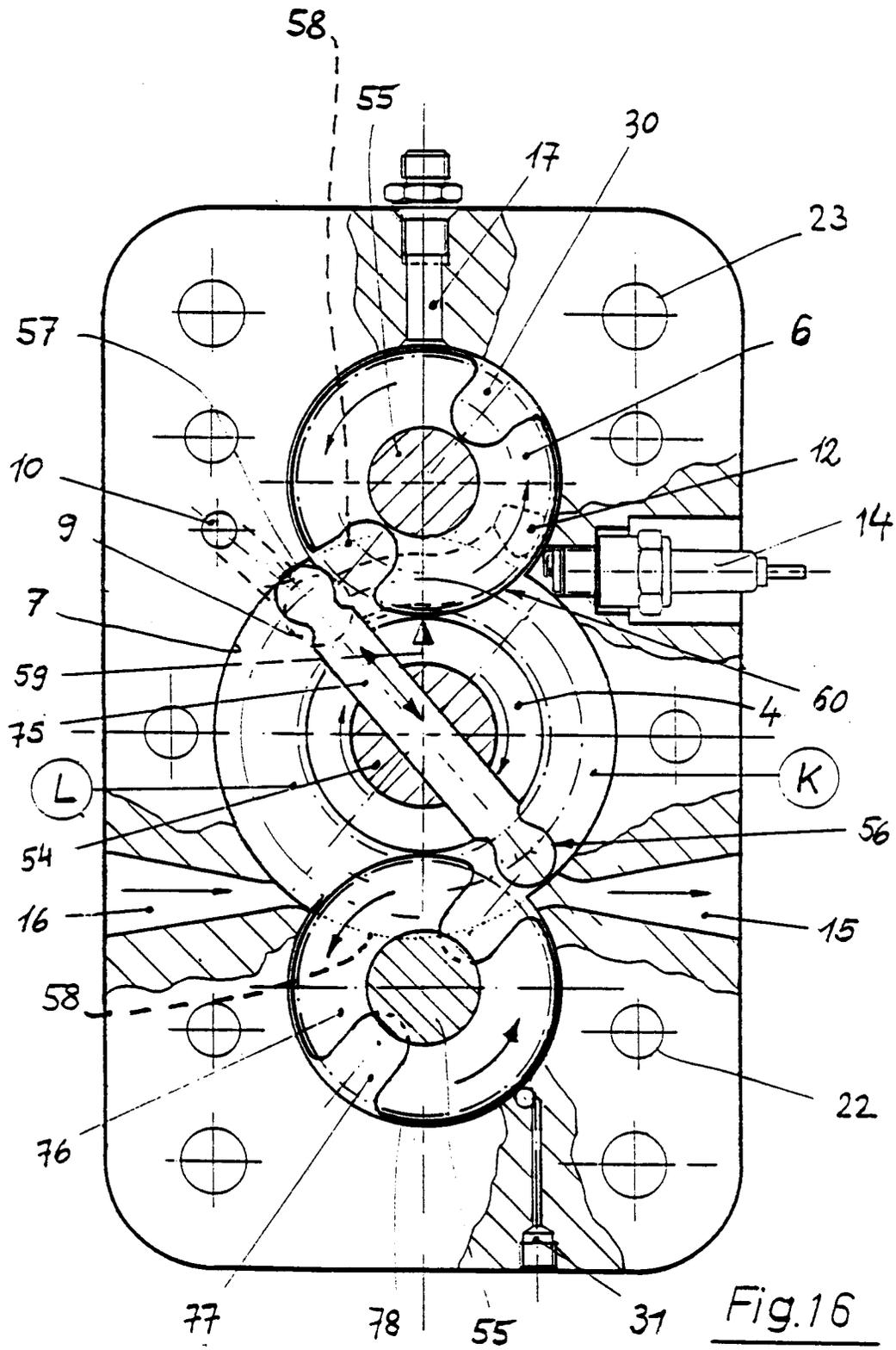
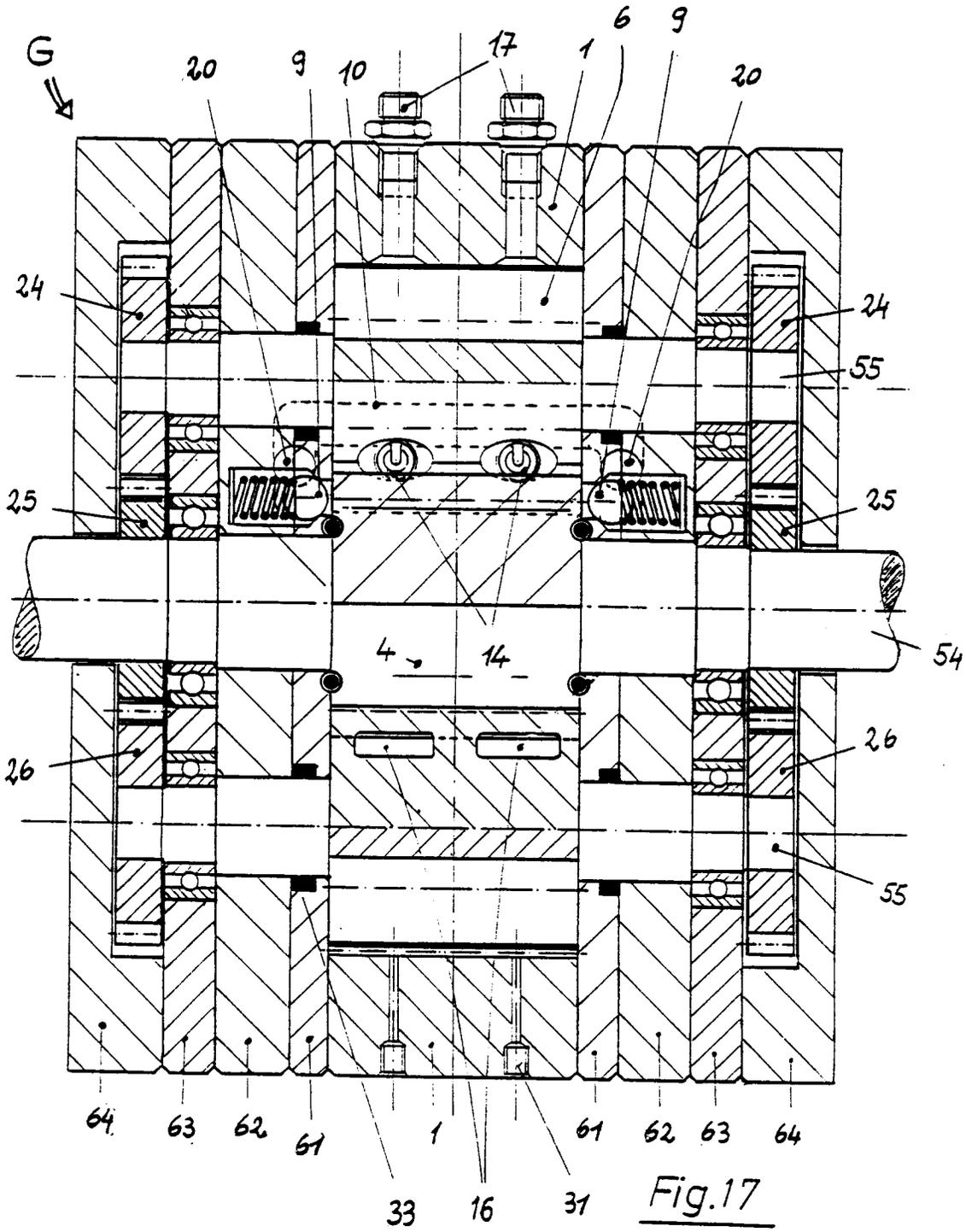
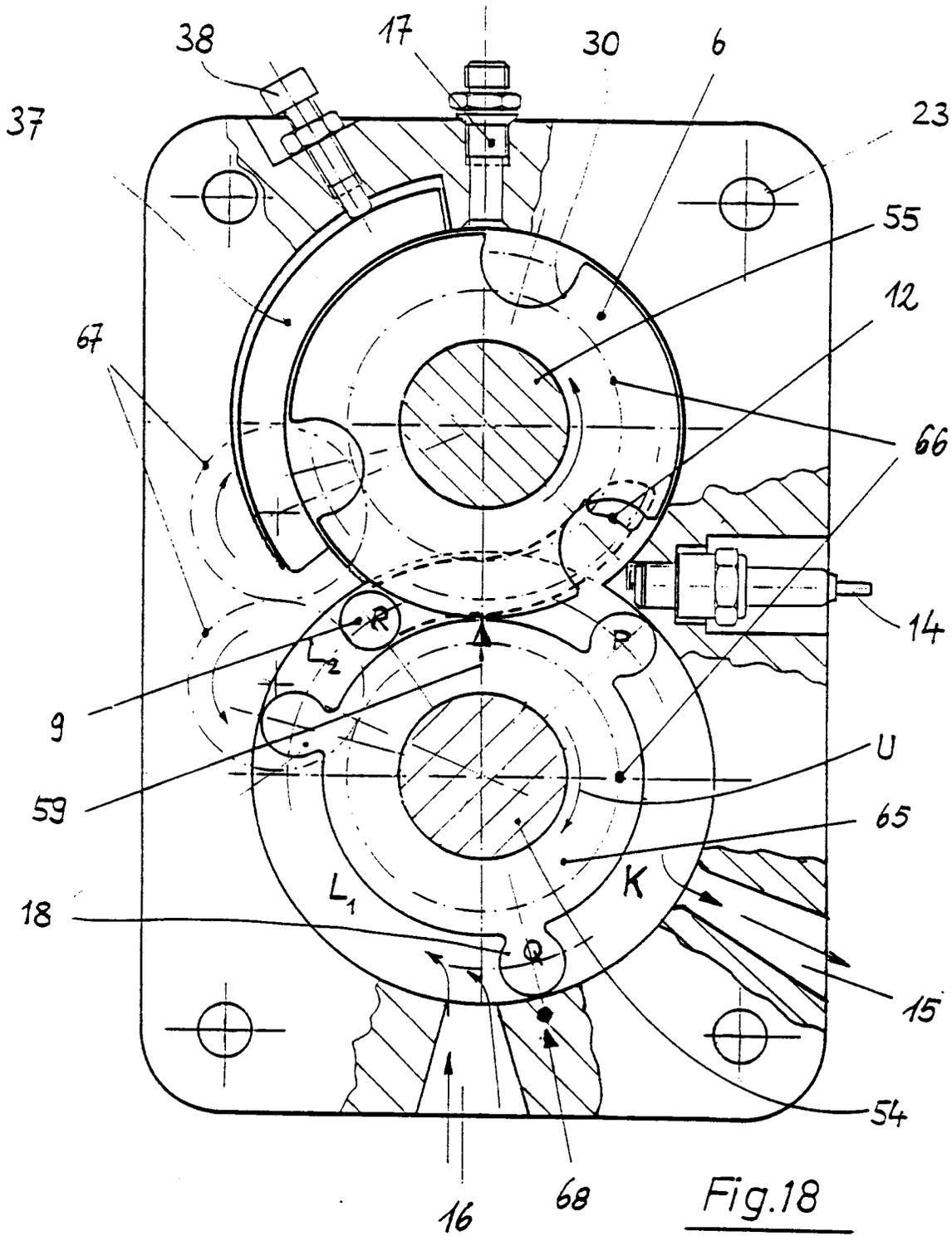


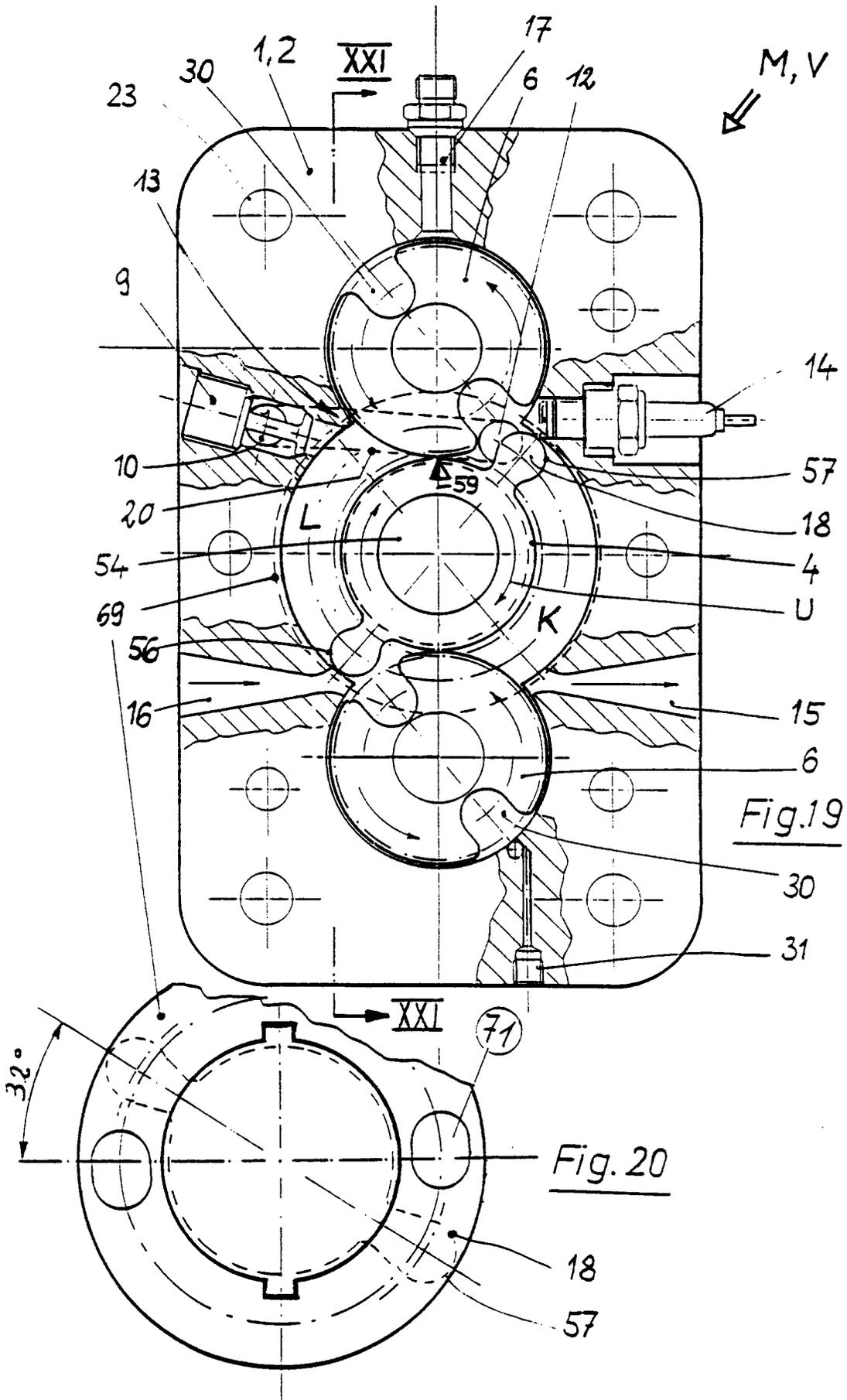
Fig. 13

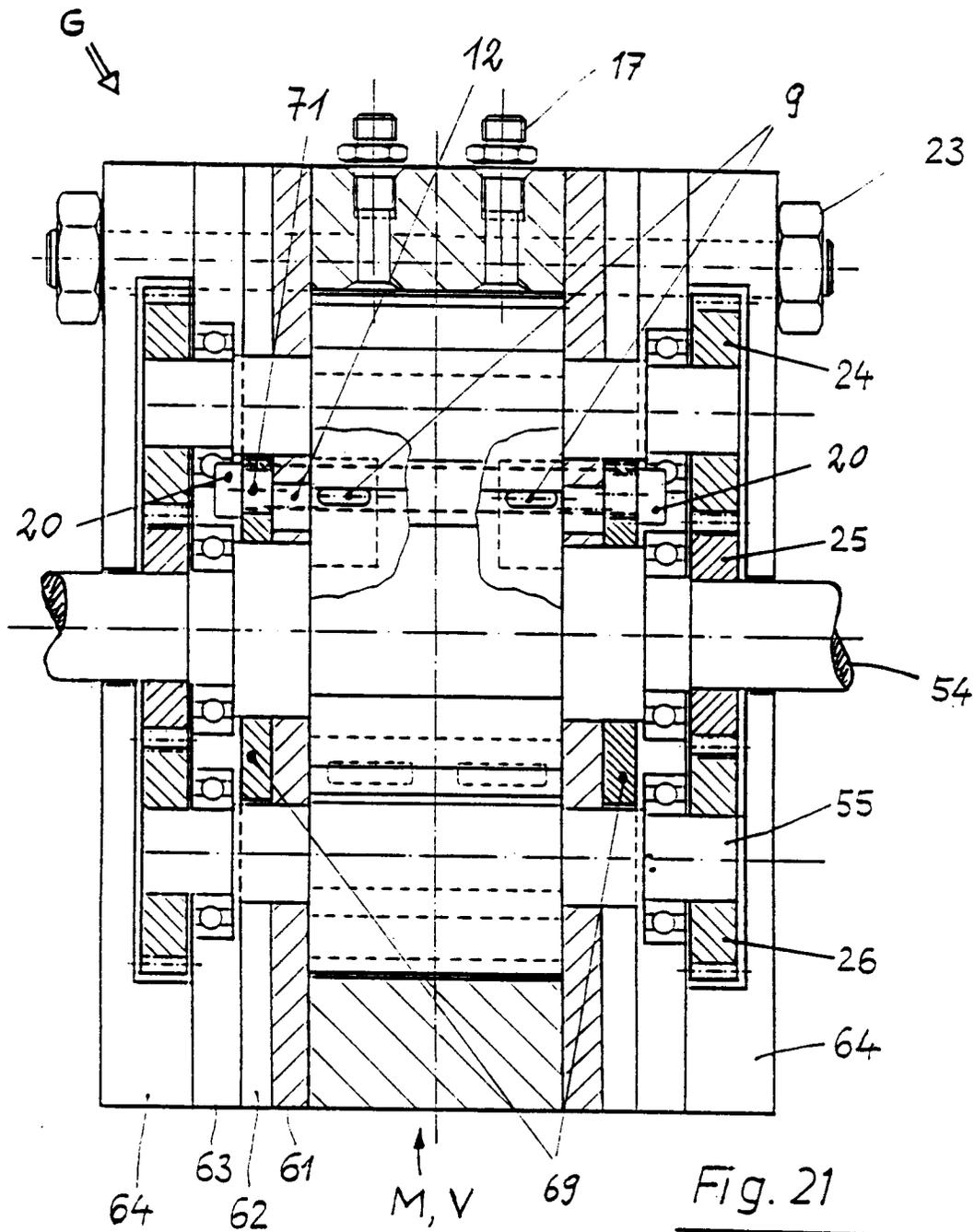












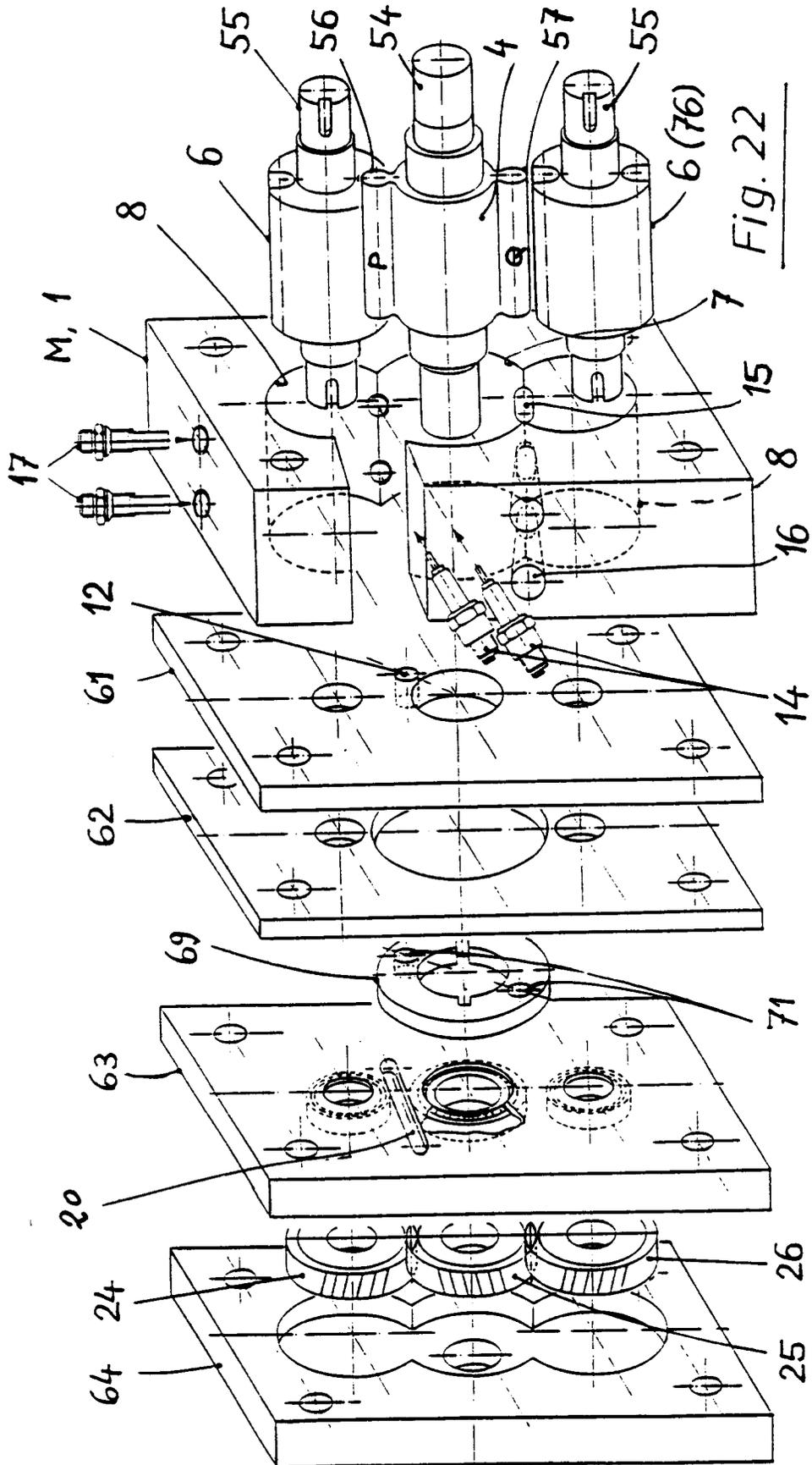
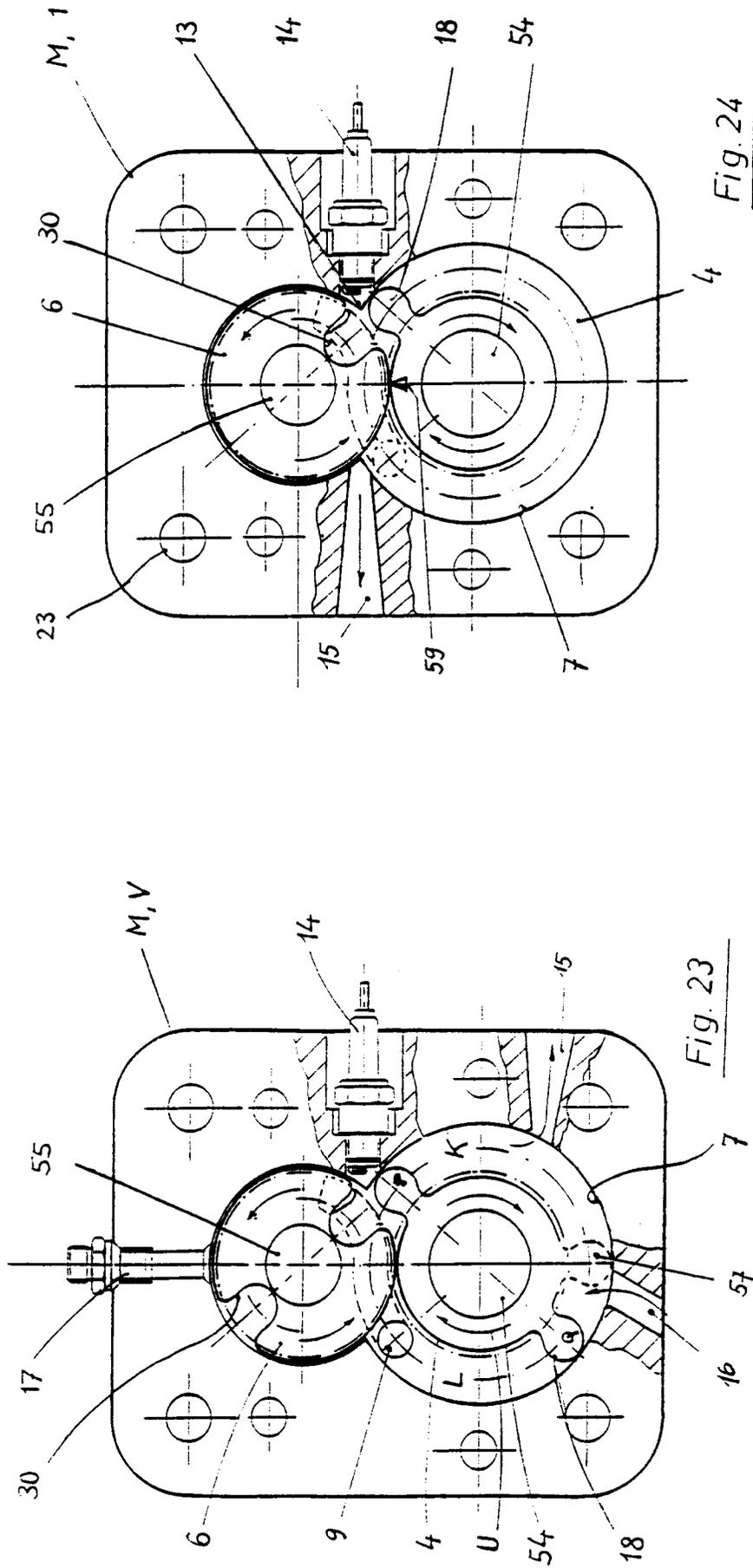


Fig. 22



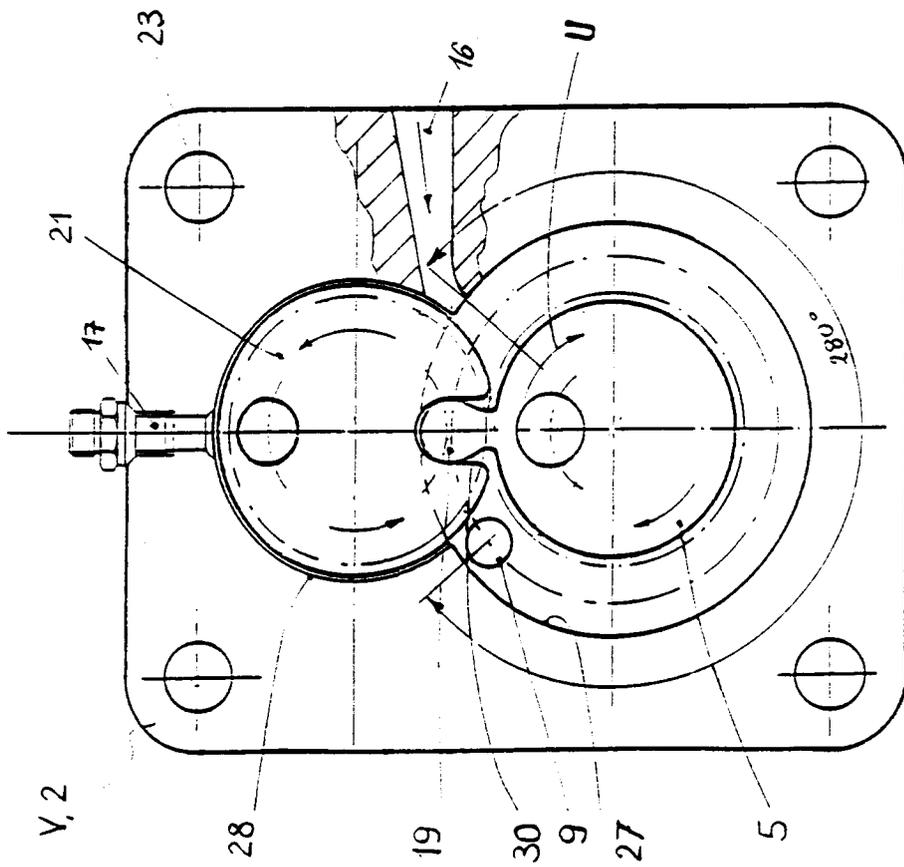


Fig. 25

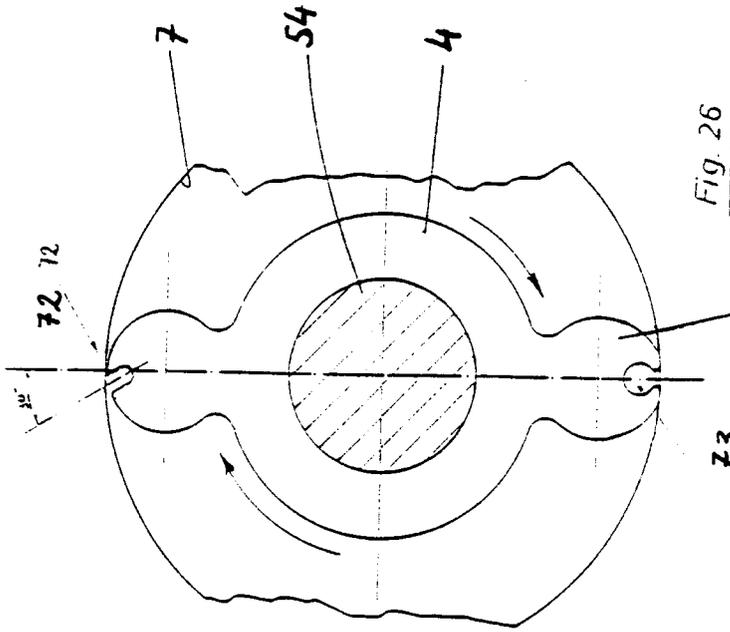


Fig. 26

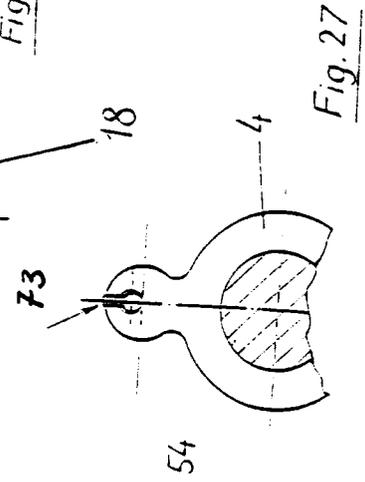


Fig. 27



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 12 1562

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-3 935 840 (FISHER) * das ganze Dokument * ---	1,2,5, 12,13	F01C11/00 F01C1/08
X	BE-A-789 962 (GIHOUL)	1,27,31	
Y	* das ganze Dokument * ---	21,25,26	
Y	FR-A-2 449 786 (DEFARGE) * das ganze Dokument * ---	21,25,26	
A	EP-A-0 116 356 (ZIMMERMANN) * das ganze Dokument * ---	1,14,21, 27,31	
A	GB-A-1 065 646 (REYNAUD) * Abbildungen 7,8 * -----	22	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F01C F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlussdatum der Recherche 23 AUGUST 1993	Prüfer CHRISTENSEN C.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)