

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 375 928 B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **12.05.93**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F02M 59/18, F02M 57/02**

21 Anmeldenummer: **89121483.5**

22 Anmeldetag: **21.11.89**

54 **Kraftstoffeinspritzvorrichtung.**

30 Priorität: **30.12.88 DE 3844365**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.07.90 Patentblatt 90/27**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**12.05.93 Patentblatt 93/19**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

56 Entgegenhaltungen:  
**DE-B- 1 140 404**  
**DE-C- 505 588**  
**US-A- 4 649 887**

73 Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**Postfach 30 02 20**  
**W- 7000 Stuttgart 30(DE)**

72 Erfinder: **Rembold, Helmut**  
**Oehringer Strasse 27**  
**W- 7000 Stuttgart 40(DE)**  
Erfinder: **Linder, Ernst**  
**Uhlandstrasse 24**  
**W- 7130 Mühlacker(DE)**  
Erfinder: **Wier, Manfred, Dr.**  
**Rathfeldstrasse 6**  
**W- 8011 Anzing(DE)**

**EP 0 375 928 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung geht von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Eine solche Kraftstoffeinspritzvorrichtung ist durch die DE-B 11 40 404 bekannt. Dort wird der Arbeitskolben durch einen Antriebskolben betätigt, der als Stufenkolben ausgebildet ist und mit seiner kleinen Stirnseite zur Anlage am Arbeitskolben kommt und auf seiner Rückseite durch die Antriebsfeder beaufschlagt ist, die durch Druckmittel, das im gesonderten Arbeitsraum zwischen Antriebskolben und der diesen aufnehmenden Stufenbohrung eingeleitet wird, zusammendrückbar ist. Der Saughub des Pumpenkolbens und der Förderhub des Pumpenkolbens werden über ein mechanisch gesteuertes Ventil gesteuert, das in seiner einen Stellung Druckmittel in den gesonderten Arbeitsraum einfließen läßt zur Vorspannung der Rückstellfeder, wodurch der Pumpenkolben zur Durchführung seines Saughubs dem Antriebskolben folgend auch Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum einläßt und in seiner anderen Stellung den gesonderten Arbeitsraum über eine Zweigleitung entlastet, womit der Förderhub des Pumpenkolbens in Gang gesetzt wird. Bei dieser bekannten Pumpe beginnt der Förderhub erst nach Verschließen der Kraftstoffzuleitungsöffnung in der Wand des Arbeitsraumes mittels der Stirnkante des Pumpenkolbens. Der Pumpenarbeitsraum ist dabei über ein Druckhalteventil mit der Kraftstoffeinspritzdüse verbunden und nach einem veränderlichen Förderhub des Pumpenkolbens durch eine im Pumpenkolben verlaufende Entlastungsleitung entlastbar. Der veränderliche Förderhub kann durch die Drehstellung des Pumpenkolbens durch eine Einstellschraube mechanisch fixiert werden. Damit ist die Kraftstoffeinspritzmenge, die zur Einspritzdüse unter Hochdruck gefördert wird einstellbar. Den Beginn der Hochdruckförderung bestimmt das Ventil in der Druckmittelleitung, das die Verbindung zwischen Druckmittelleitung und Zweigleitung herstellt. Dieser Beginn der Hochdruckförderung kann mechanisch durch die Veränderung der Zuordnung des Ventilgliedes des Ventils zu dessen Antrieb fest eingestellt werden. Zusätzlich ist bei der bekannten Einspritzpumpe noch die Möglichkeit geschaffen, den Entlastungsquerschnitt in der Zweigleitung zu beeinflussen, um die Förderrate des Arbeitskolbens zu steuern. Diese Beeinflussung kann auch gemeinsam mit der Einstellung der Pumpenkolbendrehstellung bzw. der Einstellung der Kraftstoffeinspritzmenge verändert werden.

Die bekannte Einspritzpumpe ist relativ aufwendig aufgebaut, bietet aber keine universelle, während des Betriebs der Kraftstoffeinspritzpumpe in Abhängigkeit von Betriebsparametern änderbare

Einstellbarkeit von Spritzbeginn und Kraftstoffeinspritzmenge unabhängig voneinander.

Die Erfindung zielt darauf hin, eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung zu schaffen, mit der unabhängig voneinander Spritzbeginn und Kraftstoffeinspritzmenge während des Betriebs der Kraftstoffeinspritzpumpe genau eingestellt werden können.

Um einen weitgehend frei wählbaren Einspritzverlauf und insbesondere die Unterteilung der Einspritzung in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung bei gleichzeitiger Kontrolle des Zeitpunktes und der einzuspritzenden Menge zu ermöglichen, kann die Ausbildung hiebei so getroffen sein, daß der gesonderte Arbeitsraum des Arbeitskolbens über eine Druckmittelleitung unter Zwischenschaltung eines Füllmagnetventiles und/oder eines Verteilerventiles von einer Druckmittelquelle mit Druckmittel beaufschlagbar ist. In diesem Fall ist das zweite, elektrisch gesteuerte Ventil zur Entlastung des gesonderten Arbeitsraumes betätigbar und es kann durch intermittierende Entlastung des Arbeitsraumes eine Unterteilung des Einspritzvorganges in mehrere Teileinspritzungen erfolgen. Wenn ein zusätzliches Magnetventil als Füllmagnetventil in die Leitung zum Beaufschlagen des gesonderten Arbeitsraumes eingeschaltet wird, kann bereits beim Vorspannen der Feder ein entsprechendes einzuspritzendes Volumen vorgegeben werden, und eine derartige Volumsvorgabe ermöglicht es, beim Entlasten des gesonderten Arbeitsraumes auf spezielle zeitliche Begrenzungen zu verzichten, da dann der Arbeitshub bis zu einem Anschlag oder bis zum Erreichen einer Überströmöffnung ausgeführt werden kann. Bei gleichzeitiger Anordnung zweier Magnetventile für die gesonderte Mengenvorgabe beim Aufladehub des Arbeitskolbens und die dosierte Ausspritzung lassen sich auch komplexe Einspritzvorgänge mengenmäßig und zeitmäßig exakt kontrollieren, ohne daß hiebei Rückwirkungen durch Druckwellen im Leitungssystem befürchtet werden müssen.

Um das Druckniveau des aus dem gesonderten Arbeitsraum des Arbeitskolbens zur Auslösung einer Einspritzung abgezogenen Kraftstoffes zumindest teilweise nutzen zu können, ist die Ausbildung mit Vorteil so getroffen, daß die Entlastungsleitung des gesonderten Arbeitsraumes des Arbeitskolbens in die Kraftstoffzuleitung zum Düsenraum mündet, wobei für ein entsprechende Hubbewegung des Arbeitskolbens zur Durchführung der Einspritzung für ein ausreichendes Entlastungsvolumen Sorge getragen werden muß.

Die Abstimmung des Einspritzvorganges kann, wie bereits oben erwähnt, über eine die dem Düsenraum zugewandte Stirnfläche des Arbeitskolbens mit einer Stelle des Mantels verbindende Absteuerbohrung erfolgen, wofür naturgemäß eine entsprechende Bohrung im Zylinder des Arbeits-

kolbens als Überströmöffnung vorgesehen sein muß. Die gleiche Überströmbohrung bzw. Absteuerbohrung an der Wand des Zylinders kann jedoch auch zu anderen Zwecken herangezogen werden und die erfindungsgemäße Ausbildung ist hiebei mit Vorteil so getroffen, daß innerhalb des maximalen Verschiebeweges des Arbeitskolbens in der diesen umgebenden Zylinderwand eine Absteuerbohrung angeordnet ist, welche von einer den gesonderten Arbeitsraum begrenzenden Stirnfläche des Arbeitskolbens und/oder der mit der dem Düsenraum zugewandten Stirnfläche des Arbeitskolbens verbundenen Absteuerbohrung oder -nut überschleifbar ist. Wenn eine derartige Überström- oder Absteuerbohrung, welche für beide Vorgänge von einer gemeinsamen Bohrung in der Zylinderwand gebildet sein kann, von einer Kante des den gesonderten Arbeitsraum begrenzenden Teilbereiches des Arbeitskolbens überschliffen wird, wird das Aufladen bzw. Spannen der Feder beendet, so daß auf diese Weise eine einfache Hubbegrenzung beim Ladevorgang bzw. Spannvorgang des Kraftspeichers bzw. der Feder erfolgt.

Eine baulich besonders einfache Ausbildung für die Versorgung des Düsenraumes mit Kraftstoff läßt sich dadurch erzielen, daß das Rückschlagventil in der Kraftstoffzuleitung für den Düsenraum in einer axialen Bohrung oder Durchbrechung des Arbeitskolbens angeordnet ist und daß die Kraftstoffzuleitung an den Federraum des Arbeitskolbens angeschlossen ist. In diesem Falle kann die Anspeisung mit Kraftstoff über den Federraum des Arbeitskolbens erfolgen, wobei allerdings in diesem Falle dafür Sorge getragen sein muß, daß dieser Federraum nur mit Niederdruck gefüllt werden darf, welcher darüberhinaus über ein Druckhalteventil konstant gehalten werden muß, um den Ladehub des Arbeitskolbens nicht zu behindern.

Bei einer besonders einfachen Schaltungsanordnung kann die Ausbildung so getroffen werden, daß für die Druckmittelzuleitung zum gesonderten Arbeitsraum und die Kraftstoffzuleitung zum Düsenraum eine gemeinsame Förderpumpe mit einem geringeren Förderdruck als dem Öffnungsdruck der Einspritzdüse angeordnet ist. Bei einer derartigen Ausbildung ist eine gesonderte Hochdruckseite für das Laden und Spannen der Feder entbehrlich und es muß lediglich bei Verwendung einer gemeinsamen Speiseleitung zum Düsenraum und dem gesonderten Arbeitsraum des Arbeitskolbens ein zur Leitung in den gesonderten Arbeitsraum bei Entlastung desselben schließendes Rückschlagventil eingebaut werden, um eine sichere Ausspritzung zu gewährleisten.

Der bevorzugt verwendete Stufenkolben kann in besonders einfacher Weise zweiteilig ausgebildet sein, wobei die beiden Teile des Arbeitskolbens

federnd gegeneinander preßbar gelagert sind. Der dem Düsenraum zugewandte kleinere Teil des Arbeitskolbens kann hiebei über eine Feder im Inneren des Einspritzdüsenraumes abgestützt sein. Eine Versorgung mehrerer derartiger jeweils einer Einspritzdüse zugeordneten Arbeitskolben kann in konventioneller Weise über eine Verteilerwelle erzielt werden, wobei bei Verwendung von Speichern in der Hochdruckseite für die Zuführung von Druckmittel zum gesonderten Arbeitsraum ohne weiteres auch mehrere derartiger Arbeitskolben gleichzeitig vorgespannt werden können, oder, wie es gleichfalls bevorzugt erscheint, das Aufladen bzw. Spannen einer Feder eines Arbeitskolbens einer Einspritzdüse in einem Ausmaß erfolgen kann, welches wenigstens zwei Vor- und/oder Haupteinspritzungen bis zum nächsten Ladevorgang bzw. Spannvorgang der den Arbeitskolben belastenden Feder ermöglicht.

Um jederzeit bei Bedarf eine entsprechende Druckmittelmenge zum Laden des Kraftspeichers bzw. zum Spannen der Feder des Arbeitskolbens zur Verfügung stellen zu können, ist die Ausbildung mit Vorteil so getroffen, daß die Druckmittelquelle zum Beaufschlagen des gesonderten Arbeitsraumes des Arbeitskolbens als insbesondere mit einem Speicher verbundene Hochdruckpumpe ausgebildet ist. Die Verwendung von Hochdruck für die Vorspannung der Feder bzw. des Ladens des Druckspeichers ermöglicht ein überaus rasches Spannen, und die Tatsache, daß eine derartige Druckmittelquelle mit hohem Druck lediglich zum Laden bzw. Spannen der Feder, nicht aber während des eigentlichen Einspritzvorganges zur Erzielung der Ausspritzung herangezogen wird, führt zu einer einwandfreien Trennung von Hochdruckleitungen vom Einspritzvorgang.

Anstelle einer Hochdruckpumpe mit besonders geringen Förderstromschwankungen und damit verbundenem relativ aufwendigen Aufbau der Pumpe kann in einfacher Weise die Ausbildung so getroffen sein, daß die Druckmittelquelle zum Beaufschlagen des gesonderten Arbeitsraumes des Arbeitskolbens als Einzylinder-Exzenterpumpe ausgebildet ist, deren Antriebswelle mit einem drehbaren Verteilerventil in der Druckmittelleitung zum gesonderten Arbeitsraum des Arbeitskolbens gekoppelt ist. Entsprechend der unterschiedlichen Drehzahl der Antriebswelle der Pumpe und des Verteilerventils wird bei jedem Ladevorgang die Einspritzmenge für jeweils mehrere Einspritzvorgänge samt den entsprechenden Kompressionsmengen vorgelagert und es lassen sich mit einer derartigen Ausführungsform über das drehbare Verteilerventil Voreinspritzvorgänge bis weit in den Saugtakt der einzelnen Zylinder verlegen. Aufgrund der Größe des Arbeitsraumes der Pumpe kann dabei auf einen zusätzlichen Speicher verzichtet

werden.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher veranschaulicht. In dieser zeigen Fig.1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung; Fig.2 eine abgewandelte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung; Fig.3 eine weitere abgewandelte Ausführungsform, bei welcher die Kraftstoffzuleitung in den Düsenraum über den Federraum des Arbeitskolbens erfolgt; Fig.4 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung, bei welcher die Druckmittelzuleitung zum gesonderten Arbeitsraum und die Kraftstoffzuleitung zum Düsenraum über eine gemeinsame Förderpumpe erfolgt; Fig.5 ein Diagramm der Einspritzzeitpunkte einer Brennkraftmaschine mit vier Zylindern mit einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß Fig.4; Fig.6 einen zweiteilig ausgebildeten Arbeitskolben zur Anordnung in einer erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzvorrichtung; Fig.7 eine Ausbildung mit einer Einzylinder-Exzenterpumpe; Fig.8 einen Schnitt durch eine bei einer Ausbildung gemäß der Fig.7 verwendete Verteilerwelle; und Fig.9 ein Diagramm der Einspritzzeitpunkte bei einer Ausbildung gemäß den Fig.7 und 8.

In Fig.1 ist mit 1 eine Einspritzdüse bezeichnet, in deren Düsenraum 2 eine Düsennadel 3 entgegen der Kraft einer Feder 4 bei entsprechender Beaufschlagung mit Kraftstoff unter hohem Druck durch ein Abheben eines Ventilschließgliedes 5 Einspritzöffnungen freigibt. Die Zuführung von Kraftstoff in den Düsenraum bzw. Düsennadelraum 2 erfolgt aus einem Tank 6 durch eine Pumpe 7 über ein in die Zuführungsleitung 8 eingeschaltetes Rückschlagventil 9, wobei in einem Bypass 10 der Pumpe 7 ein Druckbegrenzungsventil 11 vorgesehen ist. Der Zuführungsdruck des über die Leitung 8 zugeführten Kraftstoffes liegt dabei unter dem Öffnungsdruck für die Düsennadel.

In der in Fig.1 gezeigten Stellung erfolgt eine Füllung des Düsenraumes 2 mit Kraftstoff und gleichzeitig eine Spülung des Düsenraumes bzw. Federraumes 2 der Düsennadel 3 über einen in einem als Stufenkolben ausgebildeten Zumeßkolben 12 vorgesehenen Kanal 13, welcher eine Verbindung des dem Düsenraum 2 zugewandten Arbeitsraumes 14 des Stufenkolbens 12 mit einer am Mantel der Führungsbohrung 15 des Stufenkolbens 12 vorgesehenen Steuernut bzw. Ringnut 16 darstellt. Über den Kanal 13 und die Absteuerbohrung bzw. -nut 16 erfolgt über ein weiteres Rückschlagventil 17 die Rückführung von in den Düsenraum 2 und den Arbeitsraum 14 eingebrachten Kraftstoff in einen Rücklauf bzw. einen Tank. Der Einfachheit halber wird im folgenden angenommen, daß sämtliche Rücklauf- bzw. Ansaugleitungen in

den gemeinsamen Tank 6 münden. Der Stufenkolben 12 wird dabei von einer Feder 18 in seiner Ausgangsstellung gehalten.

Für ein Vorspannen bzw. Laden des Arbeitskolbens 12 wird über eine Druckleitung 19 Druckmittel unter einem Druck von beispielsweise 250 bar in einen gesonderten und auf größerem Durchmesser liegenden Arbeitsraum 20 des Arbeitskolbens 12 zugeführt. Das Druckmittel unter einem derart hohen Druck wird dabei von einer Hochdruckpumpe 21 über ein Rückschlagventil 22 einem Speicher 23 zugeführt, aus welchem das Druckmittel über ein Magnetventil 24 und eine mit der Hochdruckpumpe 21 in einfacher Weise gekoppelte Verteilerwelle 25 durch die jeweils entsprechende Leitung 19 über ein Rückschlagventil 26 dem gesonderten Arbeitsraum 20 des Zumeßkolbens bzw. Arbeitskolbens 12 zugeführt wird. Die Verteilerwelle 25 ist dabei mit dem Antrieb der Hochdruckpumpe 21 gekoppelt, wie dies durch die Welle 27 angedeutet ist, und es ergibt sich je nach Drehlage der Verteilerwelle 25 bei geöffnetem Magnetventil 24 eine Verbindung zwischen dem Druckspeicher 23 bzw. der Hochdruckpumpe 21 und dem auf größerem Durchmesser liegenden Arbeitsraum 20 eines bestimmten Arbeitskolbens 12. Über das Magnetventil 24 kann dabei die dem Arbeitsraum 20 zugeführte Menge und somit das Ausmaß der Verschiebebewegung des Arbeitskolbens 12 entsprechend den Anforderungen eingestellt werden, wodurch die für eine Einspritzung in weiterer Folge zur Verfügung stehende Kraftstoffmenge im Düsenraum 2 sowie im Arbeitsraum 14 eingestellt wird. Dabei ist eine Entlastungsleitung 28 aus dem die Feder 18 aufnehmenden und den Arbeitsräumen 20 und 14 abgewandten Raum 29 in den Tank 6 vorgesehen.

Für die Auslösung einer Einspritzung ist an die Leitung 19 zwischen dem Rückschlagventil 26 und dem gesonderten Arbeitsraum 20 des Arbeitskolbens 12 eine Zweigleitung 30 angeschlossen, in welcher in Serie ein Magnetventil 31 sowie ein Rückschlagventil 32 vorgesehen sind. Bei Umschaltung des Magnetventiles 31, d.h. bei einem Öffnen der Verbindung zwischen dem gesonderten Arbeitsraum 20 des Arbeitskolbens 12 und dem Tank 6, drückt die Feder 18 den Zumeßkolben 12 in Richtung zur Düsennadel 3, wodurch der im Raum 14 und im Düsenraum 2 enthaltene Kraftstoff unter Druck gesetzt wird. Nach Überschreiten des Düsenöffnungsdruckes wird eine entsprechende Menge über die nach außen öffnende Düsennadel ausgespritzt. Über das Rückschlagventil 9 in der Zuführungsleitung 8 wird während des Druckaufbaus und des Einspritzvorganges eine Rückwirkung in die Zuleitung 8 vermieden, ebenso wie das Rückschlagventil 26 in der Zuführungsleitung zum gesonderten Arbeitsraum 20 des Arbeitskolbens 12

eine Rückwirkung zur Verteilerwelle 25 bzw. zum Magnetventil 24 verhindert. Der Einspritzvorgang kann dabei durch ein neuerliches Schließen des Magnetventiles 31 erfolgen, so daß durch Festlegung der Öffnungszeitpunkt und der Öffnungsdauer des Magnetventiles 31 der Einspritzvorgang in einfacher Weise in eine Vor- und Haupteinspritzung getrennt werden kann. Falls die gesamte, im Arbeitsraum 14 und Düsenraum 2 enthaltene Kraftstoffmenge ausgebracht werden soll, erfolgt bei vollständigem Entleeren des gesonderten und auf größerem Durchmesser liegenden Arbeitsraumes 20 eine Entlastung des Düsenraumes 2 sowie des Arbeitsraumes 14 über den Kanal 13 im Arbeitskolben 12 sowie die Steuernut 16. Der Einspritzvorgang kann jedoch jederzeit vor diesem, in jedem Falle erfolgenden Beenden der Einspritzung durch ein Schließen des Magnetventiles 31 beendet werden.

Der Einspritzzeitpunkt wird somit über das Magnetventil 31 bestimmt, während die Einspritzmenge sowohl über die Einschaltdauer des Magnetventiles 24 und damit die Fülldauer des gesonderten Arbeitsraumes 20 des Arbeitskolbens als auch die Einschaltdauer des Magnetventiles 31 bestimmt werden kann. Der Vorteil der durch die gezielte Entlastung des Zumeßkolbens bzw. Arbeitskolbens 12 erfolgenden Einspritzung besteht dabei darin, daß nach dem Vorspannen des Arbeitskolbens 12 keine Verbindung mehr zum Hochdruckspeicher 23 über die Verteilerwelle 25 besteht, so daß eventuell auftretende Druckwellen keinen störenden Einfluß auf die Einspritzmenge mehr ausüben. Bei beginnender Entlastung des gesonderten Arbeitsraumes 20 über das Magnetventil 31 wird dabei über das Rückschlagventil 9 auch die Verbindung zur Förderpumpe 7, welche als Elektrokraftstoffpumpe ausgebildet sein kann, geschlossen, so daß im Düsenraum 2 und dem damit in Verbindung stehenden Arbeitsraum 14 des Arbeitskolbens 12 eine definierte Kraftstoffmenge mit vorbestimmtem Druck enthalten ist.

In Fig.2 ist eine abgewandelte Ausführungsform der Kraftstoffeinspritzvorrichtung dargestellt, bei der auf die Zumessung über das der Verteilerwelle 25 vorgeschaltete Magnetventil verzichtet wird. Der Arbeitskolben wird jetzt entsprechend der Drehlage der Verteilerwelle jeweils bis zu einem oberen Anschlag 33 vorgespannt. Die Füllung des Düsenadelraumes 2 bzw. des Arbeitsraumes 14 erfolgt dabei analog zur Ausbildung gemäß Fig.1. Zur Spülung des Düsenadelraumes 2 ist abweichend von der Ausführung gemäß Fig.1 an den Düsenraum 2 eine Ableitung 34 angeschlossen, welcher in einer der vorgespannten Lage des Arbeitskolbens 12 entsprechenden Schaftstellung eines 2/3-Magnetventiles 35 mit der Zweigleitung 30 zum Tank 6 stromauf des den Spüldruck hal-

tenden Rückschlagventils 32 in Verbindung steht. Dieses Magnetventil 35 dient dabei gleichzeitig als Entlastungsventil des auf größerem Durchmesser liegenden Arbeitsraumes 20 des Arbeitskolbens 12, wobei lediglich über das Magnetventil 35 der Einspritzzeitpunkt und die Einspritzmenge durch den Einschaltzeitpunkt und die Einschaltdauer bestimmt werden. Durch geeignete Steuerung kann dabei wiederum eine Trennung der Einspritzung in Vor- und Haupteinspritzung erzielt werden. Der Hub des Arbeitskolbens 12 ist dabei so gewählt, daß der untere Anschlag, d.h. ein vollständiges Entlasten des Arbeitsraumes 20 nicht erreicht wird. Neben der Spülung des Düsenraumes 2 in der für die Entlastung des Arbeitsraumes 20 geschlossenen Stellung des Magnetventiles 35 erfolgt bei dem in 3/2-Bauart ausgeführten Magnetventil damit auch das definierte Entlasten des Düseninnenraumes 2 zur Beendigung einer Einspritzung.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig.3 erfolgt die Zuleitung von Kraftstoff in den Arbeitsraum 14 bzw. den Düsenraum 2 über den die Feder 18 zur Beaufschlagung des Arbeitskolbens 9 aufnehmen den Raum 29 über einen im wesentlichen axialen Kanal 36 im Inneren des Arbeitskolbens 12, welcher ein zum Raum 29 und zur Zuleitung 8 schließendes Rückschlagventil 37 aufweist. Die Vorspannung des Arbeitskolbens 12 durch Einleitung von Druckmittel unter hohem Druck erfolgt dabei wie bei der Ausführungsform gemäß Fig.2, d.h. es wird der Zumeßkolben bzw. Arbeitskolben 12 bis zu seinem oberen Anschlag bewegt. Die Entlastung des gesonderten Arbeitsraumes 20 und somit die Einleitung eines Einspritzvorganges erfolgt wiederum über ein Magnetventil 38, welches in einfacher Weise als 2/2-Ventil ausgebildet ist, wobei die an die Zuführungsleitung 19 angeschlossene Entlastungsleitung 30 in diesem Ausführungsbeispiel in den Federraum 29 des Arbeitskolbens 12 mündet.

Bei der in Fig.4 dargestellten Ausführungsform wird für das Vorspannen des Arbeitskolbens 12, d.h. für das Füllen des gesonderten und auf größerem Durchmesser liegenden Arbeitsraumes 20 sowie für das Füllen des Düsenraumes 2 und des Arbeitsraumes 14 des Arbeitskolbens 12 eine gemeinsame Druckmittelquelle 39 verwendet, welche beispielsweise von einer Niederdruckpumpe mit einem Maximaldruck von etwa 60 bar gebildet wird. Dabei ist wichtig, daß dieser Maximaldruck der Niederdruckpumpe 39 unter dem Düsenöffnungsdruck von etwa 120 bar liegt. Analog wie bei den vorangehenden Ausführungsformen wird wiederum ein Speicher 23 verwendet und es erfolgt die Füllung und das Vorspannen des Arbeitskolbens 12 wiederum über eine Verteilerwelle 25. Es entfällt somit bei dieser Ausführungsform die getrennte Pumpe für die Kraftstoffversorgung des Düsenin-

nenraumes. An die Zuführungsleitung 19 ist dabei eine in den Düsenraum 2 und zum Arbeitsraum 14 des Arbeitskolbens führende Leitung 40 ange-schlossen, in welcher wiederum ein nach außen schließendes Rückschlagventil 41 vorgesehen ist, welches die Funktion des Rückschlagventiles 9 der vorangehenden Ausführungsformen übernimmt. Zur Entlastung des gesonderten Arbeitsraumes 20 und damit zur Einleitung bzw. Durchführung eines Einspritzvorganges findet wiederum ein Magnet-ventil 42 Verwendung, das in einer Zweigleitung 30 der Druckleitung 19 gemäß Fig.1 stromaufwärts vom Rückschlagventil 32 angeordnet ist.

Der von der den Arbeitskolben 12 beaufschlagenden Feder 18 erzeugte Druck bei einem Entlasten des Arbeitsraumes 20 soll dabei etwa 200 bar betragen, wobei dies durch entsprechende Dimensionierung der Stufenfläche, d.h. durch entsprechende Dimensionierung der den Arbeitsraum 14 bzw. 20 zugewandten Kolbenflächen realisiert werden kann.

In Fig.5 ist schematisch ein Einspritzdiagramm einer mit vier Zylindern ausgestatteten Brennkraftmaschine dargestellt, welche eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß der Ausbildung gemäß Fig.4 aufweist. Dabei ist auf der Abszisse der Kurbelwellen-Winkel aufgetragen und es sind für die einzelnen Zylinder die entsprechenden Winkelbereiche, in welchen der Arbeitskolben 12 vorgespannt wird und in welchen eine Vor- bzw. eine Haupteinspritzung erfolgt, durch unterschiedliche Schraffuren ersichtlich gemacht. Weiters ist die Stellung des einem ersten Zylinder zugeordneten Magnetventiles 42 angedeutet, wobei jeweils in der Öffnungsstellung des Magnetventiles 42 eine Vor- bzw. Haupteinspritzung erfolgt. Die Winkelbereiche, innerhalb welcher der Arbeitskolben vorgespannt wird, ergeben sich dabei durch die entsprechende Drehlage der Verteilerwelle 25, in welcher über die Leitung 19 eine Verbindung zwischen der Pumpe 39 bzw. dem Speicher 23 und dem gesonderten Arbeitsraum 20 des Arbeitskolbens hergestellt wird. Gleichzeitig wird dabei bei der Ausführungsform gemäß Fig.4 eine Füllung des Düsenraumes 2 bzw. des Arbeitsraumes 14 vorgenommen.

Auch mit den in den Fig.1 bis 3 dargestellten Ausführungsformen wird eine dem Diagramm gemäß Fig.5 im wesentlichen entsprechende Einspritzverhalten für einzelne Zylinder einer Brennkraftmaschine erzielt.

In Fig.6 ist lediglich eine Einspritzdüse 1 mit den zugehörigen Arbeitskolben dargestellt, welcher bei dieser Ausführungsform zweiteilig ausgebildet ist, wodurch die Fertigung vereinfacht wird. Dabei wird analog zur Ausbildung gemäß Fig.4 zur Füllung des Düsenraumes 2 bzw. des Arbeitsraumes 14 sowie zum Vorspannen des aus zwei Teilen 43 und 44 bestehenden Arbeitskolbens eine gemein-

same Druckmittelquelle verwendet. Bei der in Fig.6 dargestellten Ausführungsform sind beide Arbeitskolbenteile 43 und 44 durch Federn 45 bzw. 46 gegeneinander preßbar und es erfolgt zur Durchführung eines Einspritzvorganges wie bei den vorangehenden Ausführungsformen wiederum eine Entlastung des auf größerem Durchmesser liegenden Arbeitsraumes 20 des zweiteiligen Arbeitskolbens über ein in eine Zweigleitung zur Zu-leitung 19 eingeschaltetes und nicht näher dargestelltes Magnetventil. Die den der Düsenadel 3 zugewandten Kolben 44 beaufschlagende Feder 46 ist dabei am Gehäuse der Einspritzdüse 1 gehäufest abgestützt. Beim Vorspannen des zweiteiligen Arbeitskolbens 43, 44, d.h. bei der Beaufschlagung des gesonderten Arbeitsraumes 20 muß dabei durch entsprechende Bemessung der Federkräfte der Federn 45 und 46 sowie der Abmessungen der Kolben 43 und 44 Sorge getragen werden, daß der auf den der Düsenadel 3 zugewandten Kolben 44 wirkende Druck nicht für eine entsprechende Verschiebung des Kolbens 44 in Richtung zur Düsenadel ausreicht, um einen, den Öffnungsdruck der Düsenadel 3 übersteigenden Druck im Arbeitsraum 14 bzw. Düsenraum 2 aufzubauen. Vielmehr soll für eine definierte Funktionsweise die Feder 46 ausreichend dimensioniert sein, um auch beim Vorspannen des Kolbens 43 eine Anlage des Kolbens 44 an den Kolben 43 sicherzustellen.

Bei den bisher gemachten Ausführungen wurde davon ausgegangen, daß für die Druckerzeugung eine Pumpe 21 bzw. 39 mit möglichst geringer Förderstromschwankung eingesetzt wird. Dies bedeutet im allgemeinen, daß Pumpen mit mindestens drei Kolben notwendig sind. In Fig.7 ist nun eine Lösung dargestellt, bei der dies mit einer Einzylinder-Exzenterpumpe realisiert wird, deren grundsätzlicher Aufbau dem bekannten Stand der Technik entspricht. Dabei ist in einem Pumpengehäuse 47 eine Antriebswelle 48 mit einem Antriebsnocken 49 in Lagern 50 gelagert, wobei vom Antriebsnocken ein Pumpenkolben 51 betätigt wird. In eine den Pumpenarbeitsraum 58 vor dem Pumpenkolben 51 abschließenden Verschlussschraube 52 ist direkt ein Speicherkolben 53 integriert, welcher von einer Feder 54 entsprechend einem An-sprechdruck seitens des Pumpenarbeitsraumes 58 von etwa 60 bar vorgespannt ist. In Fig.7 ist mit 55 die Kraftstoffzuführung aus dem Pumpenarbeitsraum 58 des federbelasteten Pumpenkolbens 51 bzw. dem Speicherraum des Speicherkolbens 53 zur Verteilerwelle 25 bezeichnet. Die Pumpe dreht dabei mit der Motordrehzahl und treibt außerdem die Verteilerwelle 25 an, welche über ein nicht näher dargestelltes Zahnradpaar mit einem Viertel der Umdrehungsgeschwindigkeit der Pumpenwelle 48 rotiert. Auf das Rückschlagventil 22 wird hiebei

verzichtet, was möglich ist, wenn der Zumeßkolben auf einen festen Anschlag führt. Die Steuerung des Kanals 55 übernimmt die Verteilerwelle. Die Ansaugung erfolgt saugschlitzgesteuert. Die an die Verteilerwelle 25 über die Zuleitung 19 anschließende Düsenausführung entspricht dabei der in Fig.4 dargestellten Ausführungsform. Die zu einer Ausführung der Pumpe gemäß Fig.7 entsprechenden Einspritzvorgänge bzw. Ladevorgänge der Arbeitskolben einer vier Zylinder aufweisenden Brennkraftmaschine sind dabei in Fig.9 dargestellt. Dabei ist als Abszisse am oberen Ende des Diagramms der Kurbelwellenwinkel und am unteren Ende des Diagramms der Verteilerwellenwinkel eingetragen. Entscheidend ist nun, daß bei jedem Ladevorgang, d.h. bei jedem Füllen des gesonderten Arbeitsraumes 20 eines jeden Arbeitskolbens 12 als auch beim Füllen des Düsenraumes 2 bzw. des Arbeitsraumes 14 der entsprechenden Einspritzdüse 1 die Einspritzmengen inklusive der Kompressionsmengen für jeweils zwei Einspritzvorgänge eingebracht werden müssen, wobei die Kompressionsmenge nur einmal aufzuwenden ist. Die Festlegung des Einspritzzeitpunktes sowie der Einspritzmenge erfolgt wiederum über die gesteuerte Entlastung des gesonderten Arbeitsraumes des Arbeitskolbens über ein entsprechendes Magnetventil. Wie aus Bild 9 ersichtlich, erfolgt der Ladevorgang der Zumeßkolben bzw. Arbeitskolben bei Zylinder 1 und 3 bzw. 2 und 4 in verschiedenen Förderbereichen der Pumpe. Unterschiedliche Systemdrücke während des Ladevorganges können dabei dadurch vermieden werden, daß die Speicherkolbenfeder 54 weich ausgeführt wird. Da nach der Abkopplung einer Zuleitung 19 durch entsprechende Drehstellung der Verteilerwelle 25 in jedem Fall die jeweilige Feder im Zumeßkolben bzw. Arbeitskolben den Systemdruck bestimmt, ergeben sich daraus keine Nachteile.

In Fig.8 ist ein Schnitt durch die bei der Ausführung der Pumpe gemäß Fig.7 Verwendung findende Verteilerwelle 25 mit dem auf die einzelnen Zylinder bezogenen Steuerwinkel der Verteilerwelle 25 dargestellt. Dabei ist eine Verteilerbohrung 56 ersichtlich, welche mit einzelnen Zuleitungen 19 zu den Zylindern in entsprechender Drehstellung der Verteilerwelle jeweils über einen durch Steuernuten 57 entsprechend definierten Winkelbereich in Verbindung steht. Mit dieser Ausführung kann die Voreinspritzung bis weit in den Saugtakt verlegt werden, wobei dies motorspezifisch vorteilhaft sein kann, da bei einer Voreinspritzung im Ladungswechsel-OT die Gefahr besteht, daß über das noch offene Auslaßventil Kraftstoff unverbrannt in den Auspuff gelangt.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzpumpe mit einem Arbeitskolben (12), der in einer Führungsbohrung (15) einen Arbeitsraum (14) einschließt, der mit einer Einspritzdüse (1) und über eine Kraftstoffzuleitung (8) mit einer Kraftstoffversorgungsquelle (7) verbunden ist und der durch eine Feder (18) in Förderrichtung und durch Druckmittel einer Druckmittelquelle entgegen der Kraft der Feder in Saughubrichtung verschiebbar ist, welches Druckmittel in einem zwischen einem Stufenkolbenteil des Arbeitskolbens (12) und einer den Stufenkolbenteil aufnehmenden auf größerem Durchmesser liegenden Teil der Führungsbohrung (15) gebildeten gesonderten Arbeitsraum (20) über eine ein erstes gesteuertes Ventil (24, 25) enthaltende Druckmittelleitung (19) zugeführt wird und zur Steuerung des Förderhubes des Pumpenkolbens über eine ein weiteres gesteuertes Ventil (31) enthaltende Zweigleitung (30) entlastbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitsraum (14) mit dem Einspritzventil (1) unmittelbar verbunden ist, daß in der Kraftstoffzuleitung (8) ein in Richtung Arbeitsraum (14) öffnendes Rückschlagventil (9) angeordnet ist und daß zwischen dem ersten gesteuerten Ventil (25, 24) und der Abzweigung der Zweigleitung (30) von der Druckmittelleitung (19) ein in Richtung erstes gesteuertes Ventil schließendes Rückschlagventil (26) angeordnet ist und daß das erste gesteuerte Ventil (24, 25) und das weitere gesteuerte Ventil (31) elektrisch gesteuerte Ventile sind.
2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der gesonderte Arbeitsraum (20) des Arbeitskolbens (12) über die Druckmittelleitung (19) unter Zwischenschaltung eines Füllmagnetventiles (24) und/oder eines Verteilerventiles (25) von einer Druckmittelquelle (23) mit Druckmittel beaufschlagbar ist.
3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zweigleitung (30) des gesonderten Arbeitsraumes (20) des Arbeitskolbens (12) in die Kraftstoffzuleitung (8,29) zum Düsenraum (2) mündet.
4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des maximalen Verschiebeweges des Arbeitskolbens (12) in der diesen umgebenden Führungsbohrung (15) eine Absteuerbohrung (16) angeordnet ist, welche von

- einer den gesonderten Arbeitsraum (20) begrenzenden Stirnfläche des Arbeitskolbens (12) und/oder der mit der dem Düsenraum (2) zugewandten Stirnfläche des Arbeitskolbens verbundenen Absteuerbohrung oder -nut überschleifbar ist. 5
5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Rückschlagventil (37) in der Kraftstoffzuleitung für den Düsenraum (2) in einer axialen Bohrung oder Durchbrechung (36) des Arbeitskolbens (12) angeordnet ist und daß die Kraftstoffzuleitung (8) an den Federraum (29) des Arbeitskolbens (12) angeschlossen ist. 10 15
6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Druckmittelzuleitung zum gesonderten Arbeitsraum (20) und die Kraftstoffzuleitung zum Düsenraum (2) eine gemeinsame Förderpumpe (39) mit einem geringeren Förderdruck als dem Öffnungsdruck der Einspritzdüse angeordnet ist. 20 25
7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmittelquelle zum Beaufschlagen des gesonderten Arbeitsraumes (20) des Arbeitskolbens (12) als mit einem Speicher (23) verbundene Hochdruckpumpe (21) ausgebildet ist. 30
8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe als Einzylinder-Exzenterpumpe ausgebildet ist, deren Antriebswelle (48) mit einem drehbaren Verteilerventil (25) gekoppelt ist, das in der Druckmittelleitung (19) zum gesonderten Arbeitsraum (20) des Arbeitskolbens (12) angeordnet ist. 35 40

#### Claims

1. Fuel injection pump having a working piston (12) which encloses, in a guide hole (15), a working space (14) which is connected to an injection nozzle (1) and, via a fuel supply (8), to a fuel supply source (7) and which can be displaced by a spring (18) in the delivery direction and, against the force of the spring, can be displaced in the suction stroke direction by pressure medium of a pressure medium source, which pressure medium is supplied, in a separate working space (20) formed between a stepped piston part of the working piston (12) and a part of the guide hole (15) located at larger diameter and accepting the stepped 45 50 55

piston part, by means of a pressure medium conduit (19), which contains a first controlled valve (24, 25) and can be relieved by means of a branch conduit (30) containing a further controlled valve (31) in order to control the delivery stroke of the pump piston, characterised in that the working space (14) is directly connected to the injection valve (1), that a non-return valve (9) opening in the direction of the working space (14) is located in the fuel supply (8) and that a non-return valve (26) closing in the direction of the first controlled valve is located between the first controlled valve (25, 24) and the branch point of the branch conduit (30) from the pressure conduit (19) and that the first controlled valve (24, 25) and the further controlled valve (31) are electrically controlled valves.

2. Fuel injection appliance according to Claim 1, characterised in that the separate working space (20) of the working piston (12) can be subjected to pressure medium from a pressure medium source (23) via the pressure medium conduit (19) with intermediate connection of a filling magnetic valve (24) and/or a distributor valve (25).
3. Fuel injection appliance according to one of Claims 1 to 2 (sic), characterised in that the branch conduit (30) of the separate working space (20) of the working piston (12) opens into the fuel supply (8, 29) to the nozzle space (2).
4. Fuel injection appliance according to one of Claims 1 to 3, characterised in that within the maximum displacement path of the working piston (12), a termination hole (16) is located in the guide hole (15) surrounding the working piston (12), which termination hole (16) can be passed over by an end surface, of the working piston (12), bounding the separate working space (20) and/or by the termination hole or groove connected to the end surface of the working piston facing towards the nozzle space (2).
5. Fuel injection appliance according to one of Claims 1 to 4, characterised in that the non-return valve (37) in the fuel supply for the nozzle space (2) is located in an axial hole or opening (36) of the working piston (12) and that the fuel supply (8) is connected to the spring space (29) of the working piston (12).
6. Fuel injection appliance according to one of Claims 1 to 5, characterised in that a common



delivery pump (39) with a delivery pressure less than the opening pressure of the injection nozzle is arranged for the pressure medium supply to the separate working space (20) and the fuel supply to the nozzle space (2).

7. Fuel injection appliance according to one of Claims 1 to 6, characterised in that the pressure medium source for subjecting the separate working space (20) of the working piston (12) to pressure is configured as a high-pressure pump (21) connected to a reservoir (23).
8. Fuel injection appliance according to Claim 7, characterised in that the high-pressure pump is configured as a single-cylinder eccentric pump whose drive shaft (48) is connected to a rotatable distributor valve (25), which is located in the pressure medium conduit (19) to the separate working space (20) of the working piston (12).

#### Revendications

1. Pompe d'injection de carburant avec un piston de travail (12), qui délimite dans un alésage de guidage (15) une chambre de travail (14), laquelle est reliée à un injecteur (1) et par l'intermédiaire d'une canalisation d'alimentation en carburant (8) à une source d'alimentation en carburant (7), ce piston de travail (12) étant susceptible d'être déplacé par un ressort (18) dans le sens du refoulement et par un fluide sous pression d'une source de fluide sous pression contre l'action du ressort dans le sens de la course d'aspiration, ce fluide sous pression étant amené par l'intermédiaire d'une canalisation de fluide sous pression (19) comportant une première vanne commandée (24, 25) dans une chambre de travail séparée (20) ménagée entre une partie du piston de travail à gradins (12) et un alésage de guidage (15) recevant la partie de plus grand diamètre du piston de travail à gradins, et ce fluide sous pression étant susceptible d'être déchargé par l'intermédiaire d'une canalisation dérivée (30) comportant une autre vanne commandée (31), pour commander la course de refoulement du piston de la pompe, pompe d'injection de carburant caractérisée en ce qu'une chambre de travail (14) est directement reliée à l'injecteur (1), en ce qu'une soupape de retenue (9) ouvrant en direction de la chambre de travail (14) est disposée sur la canalisation d'alimentation en carburant (8), et en ce qu'entre la première vanne commandée (25, 24) et la ramification de la canalisation dérivée (30), à partir de la canalisation de pression (19), est disposée une soupape de retenue (26) fermant dans la direction de la première vanne commandée, la première vanne commandée (24, 25) et l'autre vanne commandée (31) étant des vannes commandées électriquement.
2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre de travail séparée (20) du piston de travail (12) est susceptible d'être alimentée en fluide sous pression à partir d'une source de fluide sous pression (23) par l'intermédiaire de la canalisation de fluide sous pression (19) avec interposition d'une vanne électromagnétique de remplissage (24) et/ou d'une vanne distributrice (25).
3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que la canalisation dérivée (30) de la chambre de travail séparée (20) du piston de travail (12) débouche dans la canalisation d'alimentation en carburant (8, 29) vers la chambre d'injecteur (2).
4. Dispositif d'injection de carburant selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'à l'intérieur du trajet de déplacement maximal du piston de travail (12) dans l'alésage de guidage (15) qui l'entoure, est disposé un perçage de commande (16) sur lequel est susceptible de glisser une surface frontale du piston de travail (12) délimitant la chambre de travail séparée (20) et/ou le perçage de commande ou la gorge de commande relié à la surface frontale, tournée vers la chambre d'injecteur (2), du piston de travail.
5. Dispositif d'injection de carburant selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la soupape de retenue (37) sur la canalisation d'alimentation en carburant pour la chambre d'injecteur (2) est disposée dans un perçage ou évidement axial (36) du piston de travail (12) et en ce que la canalisation d'alimentation en carburant (8) est raccordée à la chambre de ressort (29) du piston de travail (12).
6. Dispositif d'injection de carburant selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que pour la canalisation d'alimentation en fluide sous pression, vers la chambre de travail séparée (20) et la canalisation d'alimentation en carburant vers la chambre d'injecteur (2), il est prévu une pompe de refoulement com-

mune (39) avec une pression de refoulement inférieure à la pression d'ouverture de l'injecteur.

7. Dispositif d'injection de carburant selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la source de fluide sous pression pour l'alimentation de la chambre de travail séparée (20) du piston de travail (12) est réalisée sous la forme d'une pompe haute pression (21) reliée à un accumulateur (23). 5  
10
8. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 7, caractérisé en ce que la pompe haute pression est réalisée sous la forme d'une pompe à excentrique mono-cylindrique, dont l'arbre d'entraînement (48) est couplé avec une vanne distributrice (25) susceptible de tourner, qui est disposée sur la canalisation de fluide sous pression (19) allant vers la chambre de travail séparée (20) du piston de travail (12). 15  
20

25

30

35

40

45

50

55

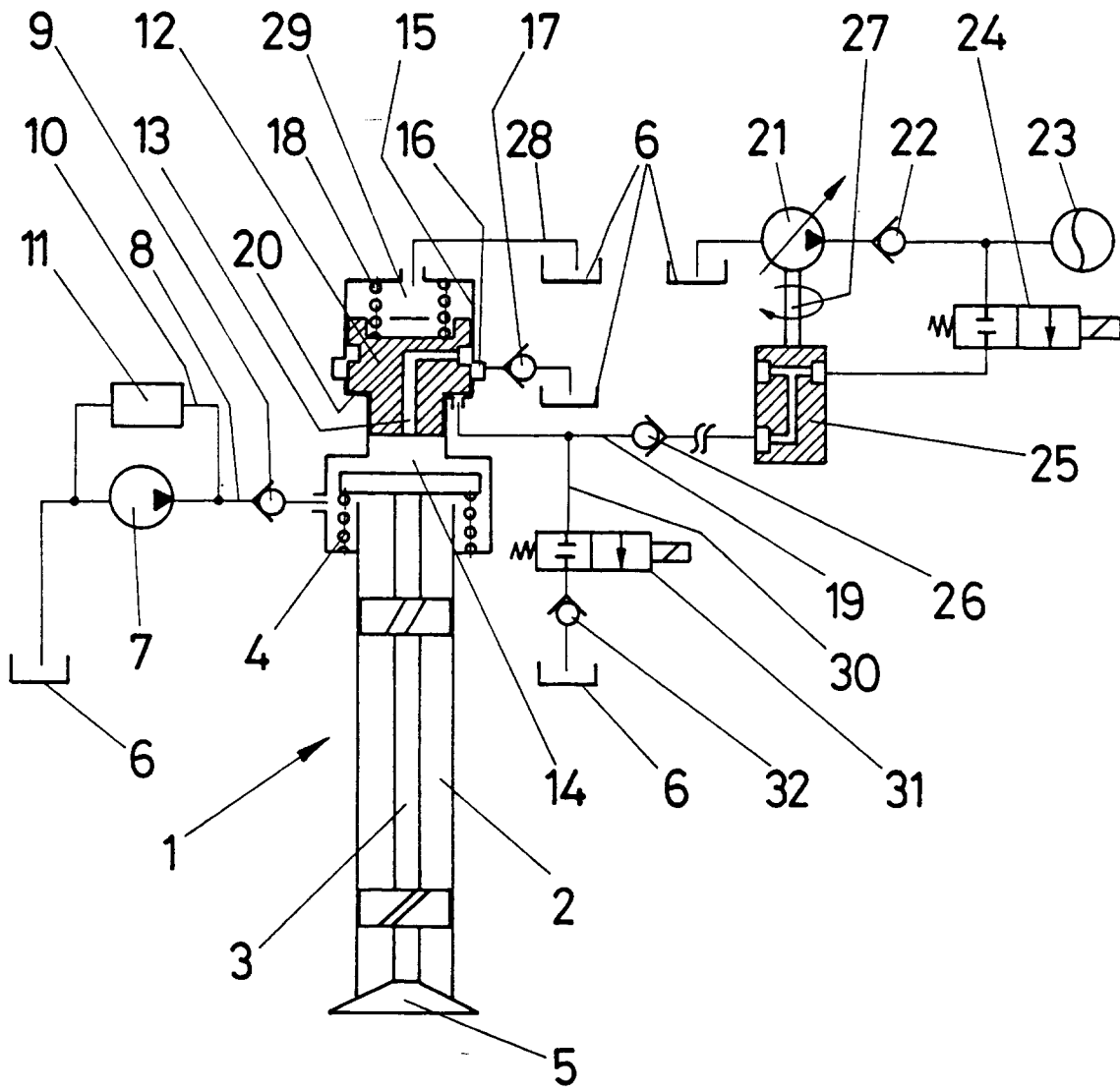


FIG. 1

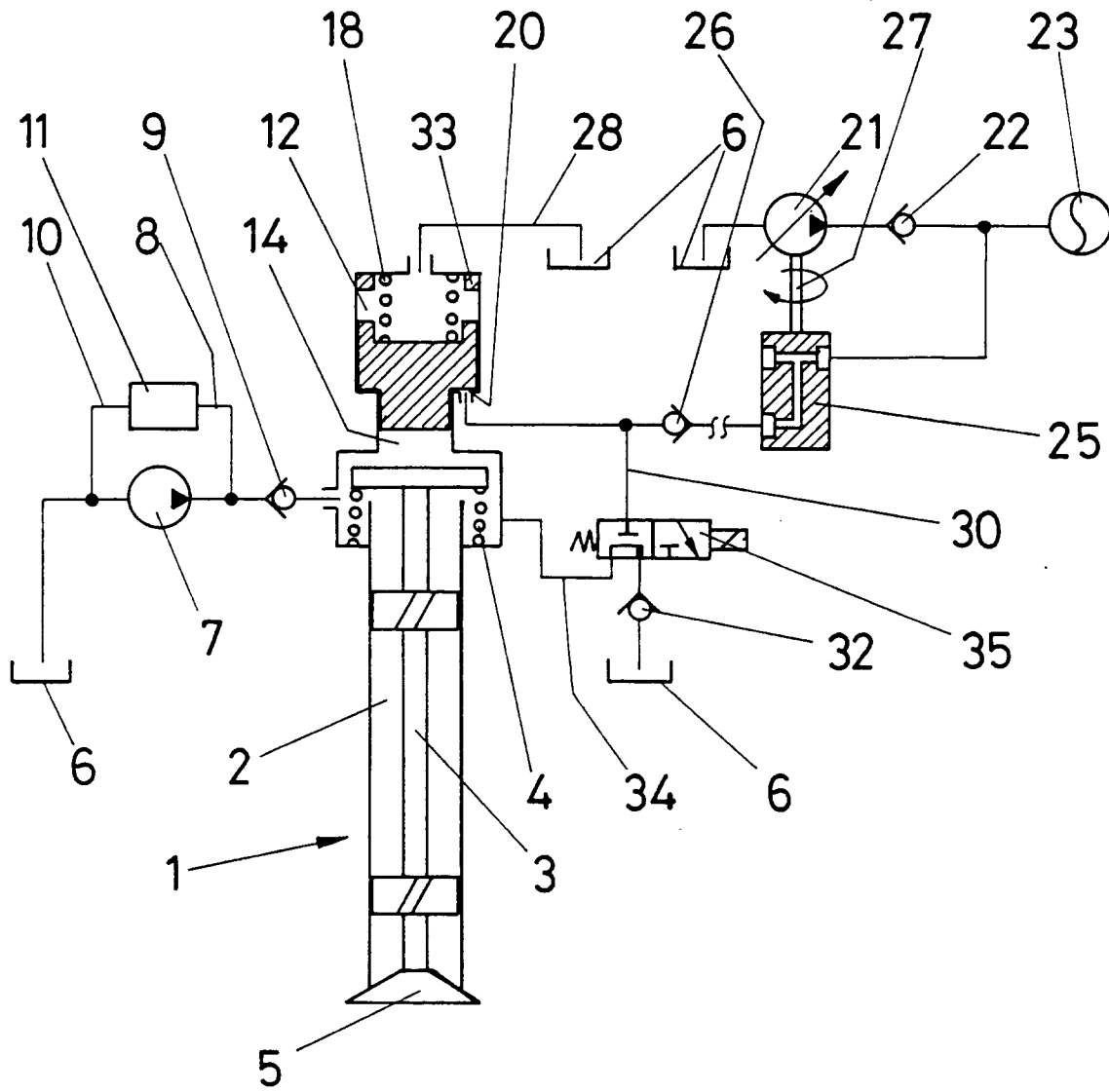


FIG. 2

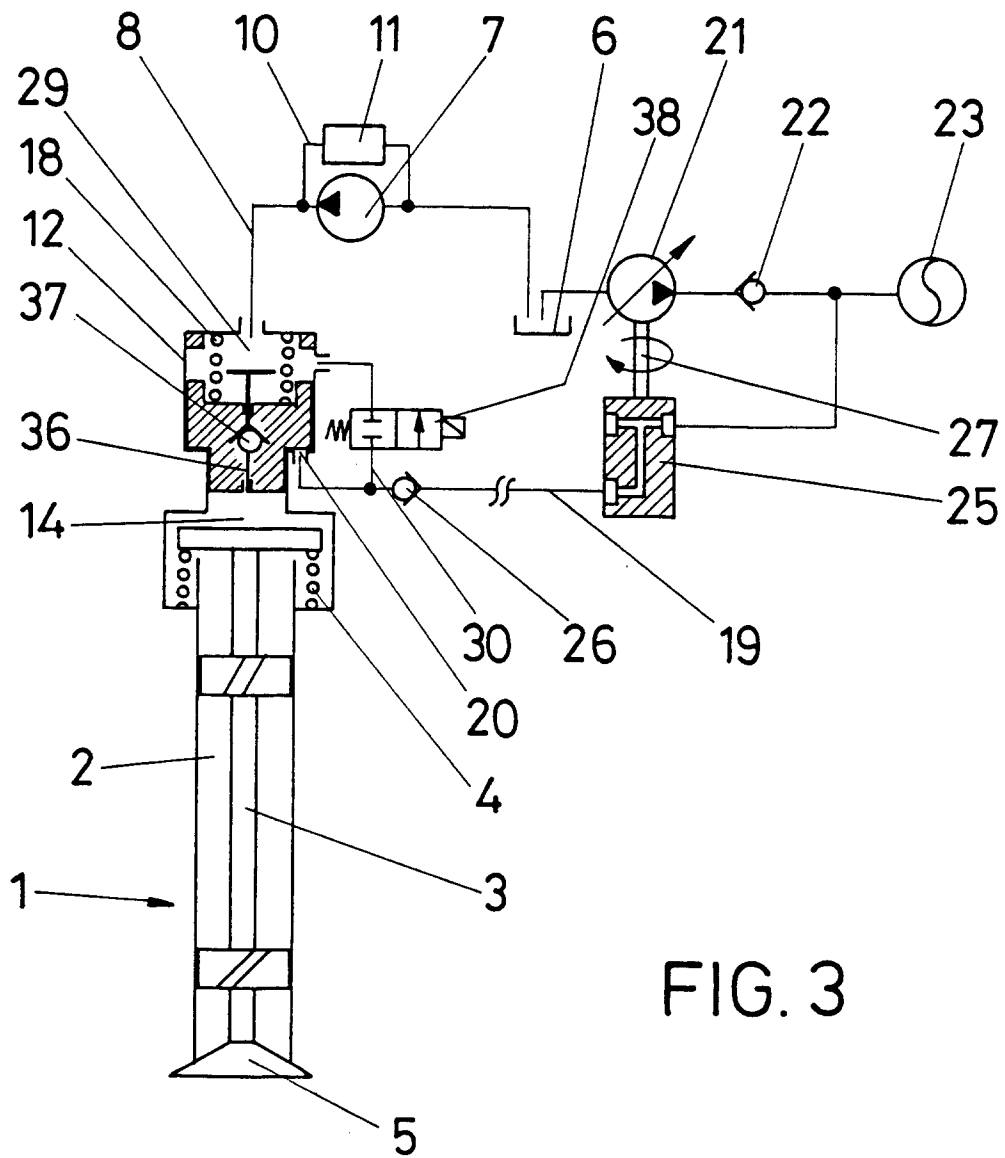


FIG. 3

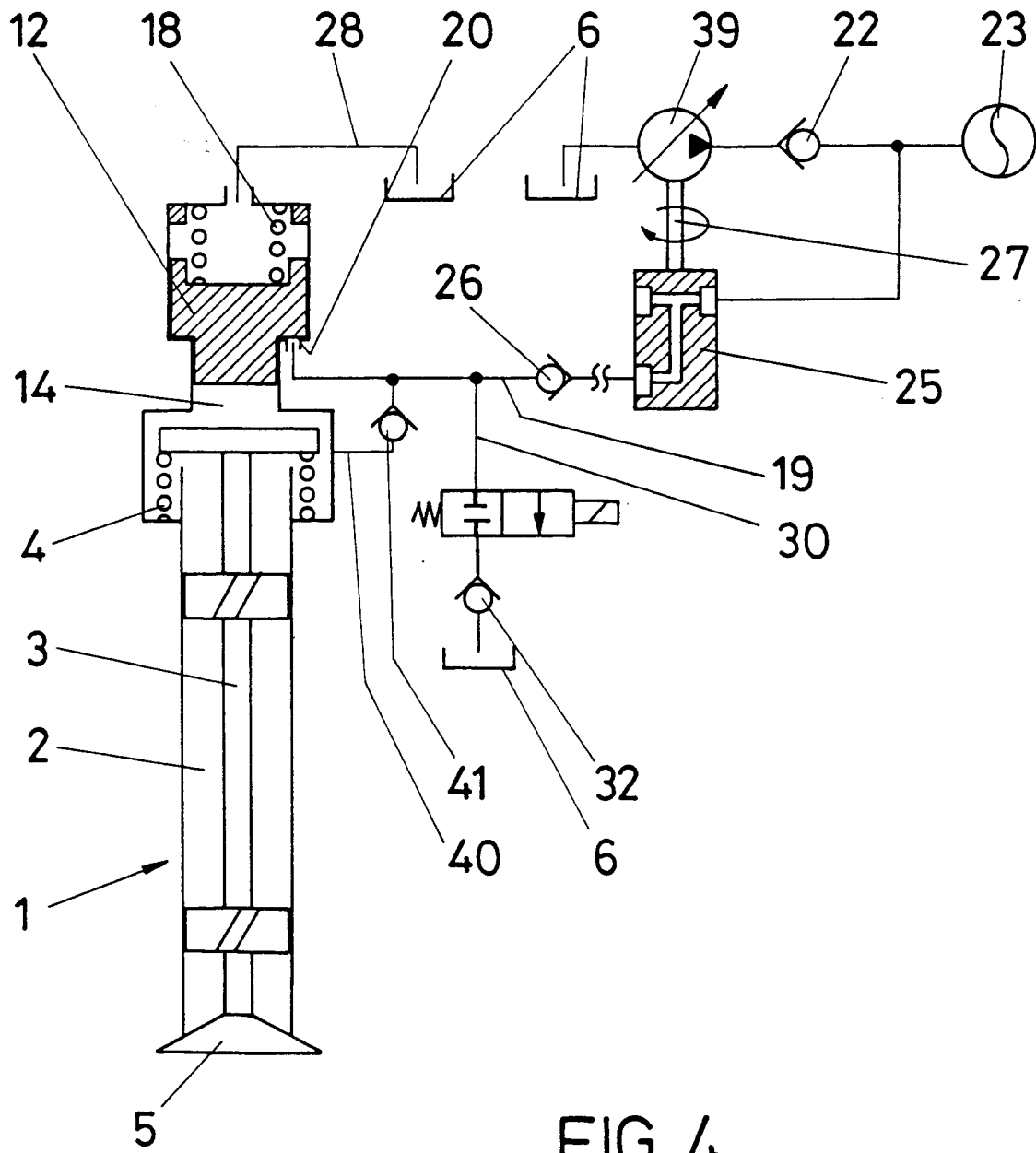


FIG. 4

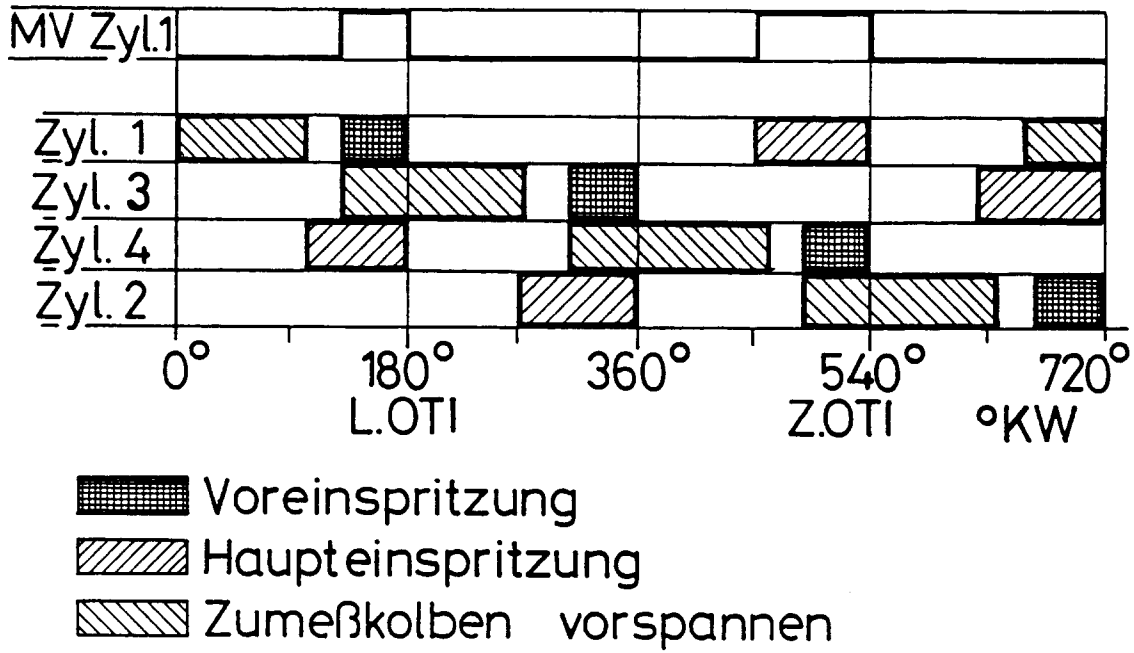


FIG. 5

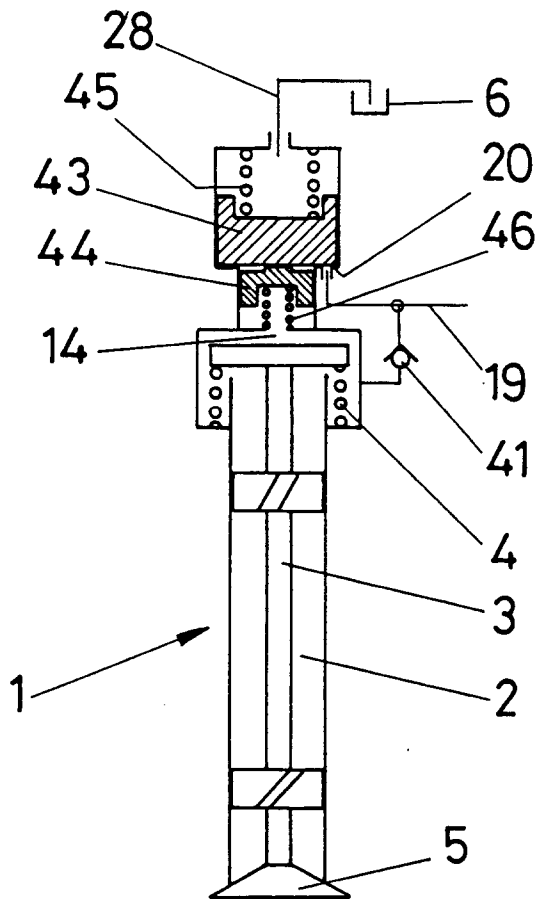


FIG. 6

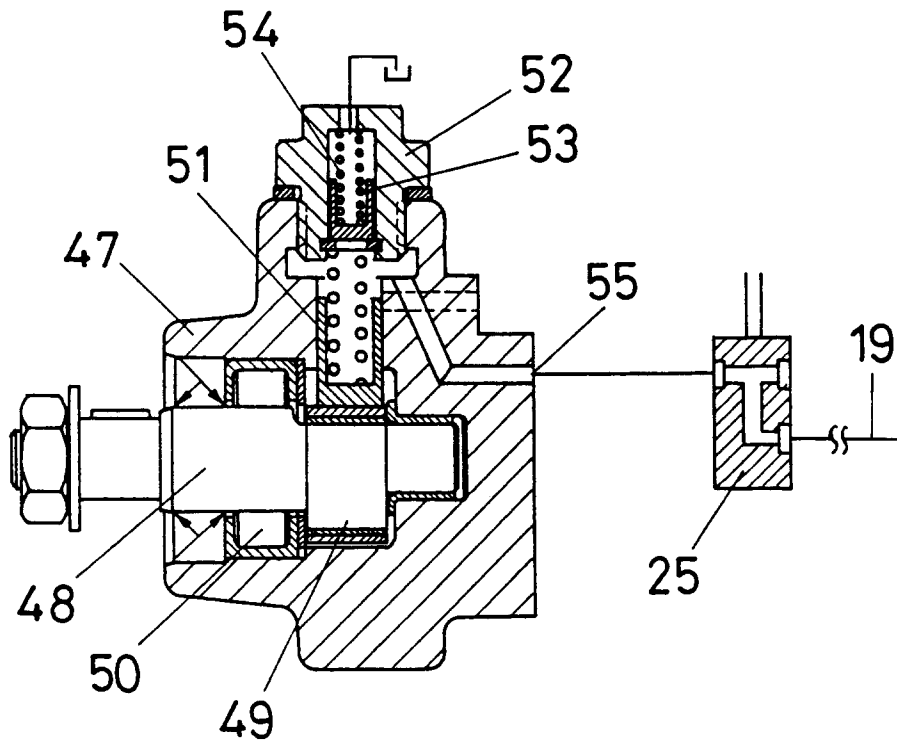


FIG. 7

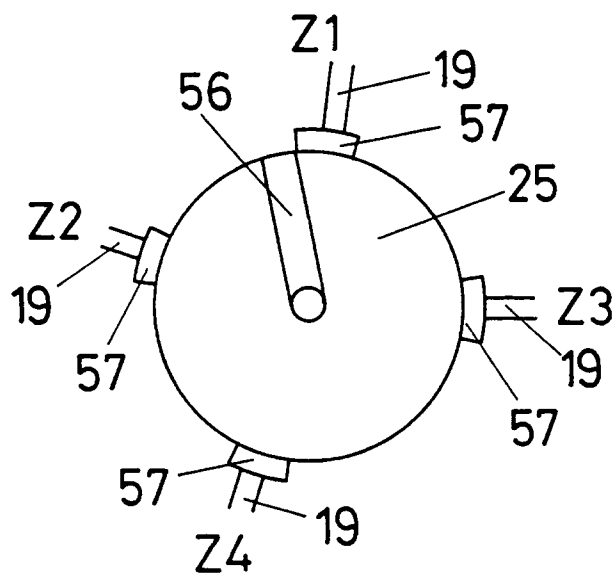


FIG. 8



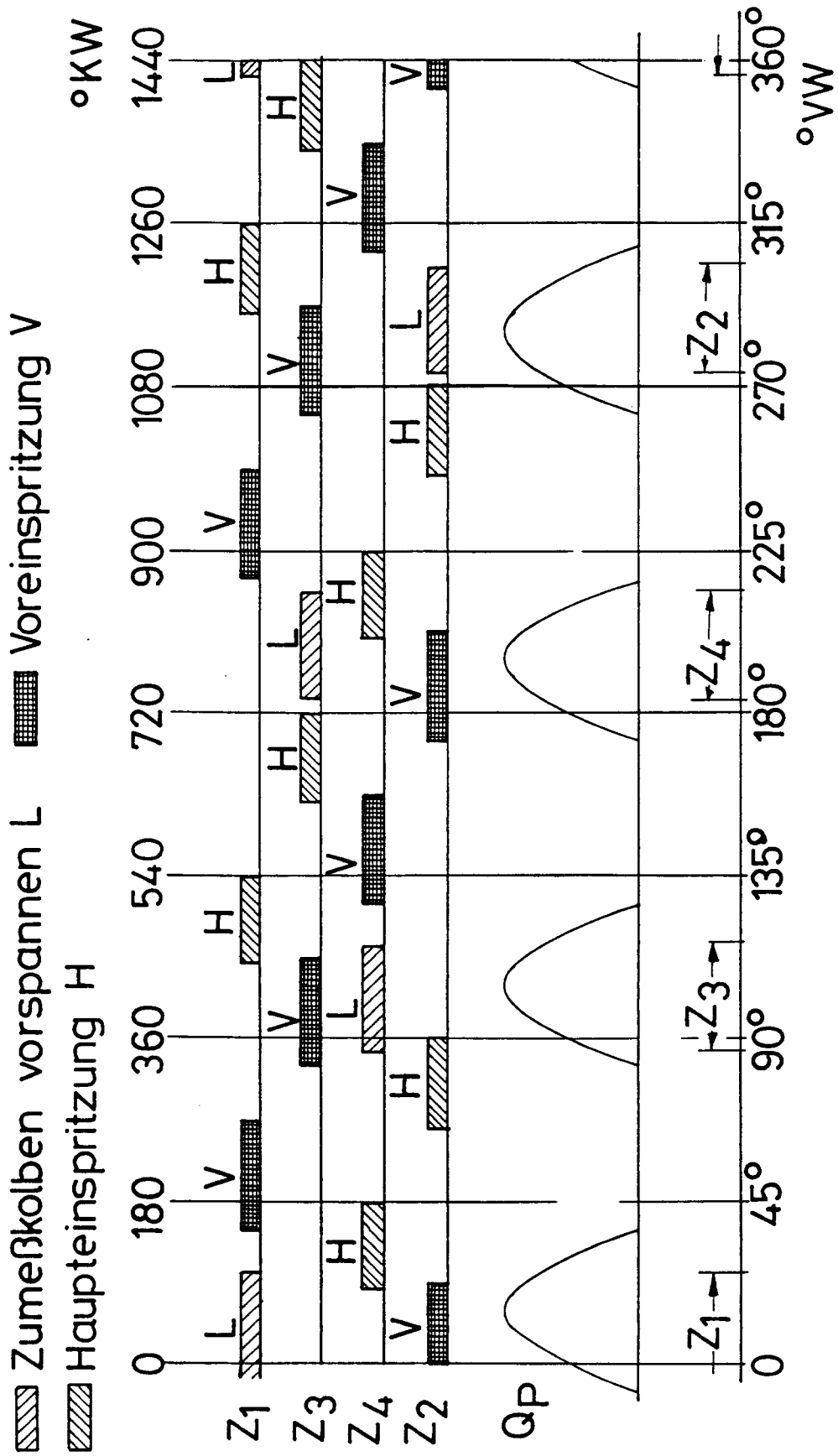


FIG. 9