



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 669 015 A5

⑤① Int. Cl. 4: F 02 M 47/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 562/86

⑦③ Inhaber:
Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur

㉔ Anmeldungsdatum: 12.02.1986

㉔ Patent erteilt: 15.02.1989

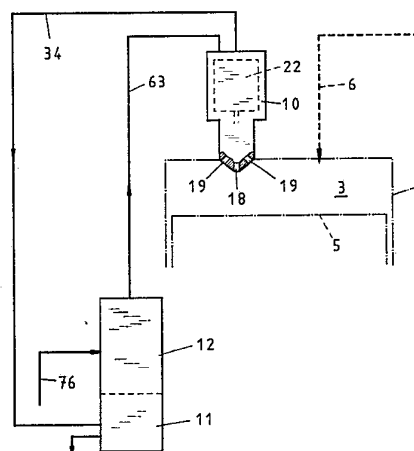
④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1989

⑦② Erfinder:
Steiger, Anton, Illnau

⑤④ Einrichtung zum wahlweisen Einspritzen von Dieselöl und Zündöl in den Brennraum einer mit Dieselöl oder mit Gas als Hauptbrennstoff betriebenen Hubkolbenbrennkraftmaschine.

⑤⑦ Die Einrichtung, die bei Zündöleinspritzung mit Gas als Hauptbrennstoff betrieben wird, weist ein zeitgesteuertes Einspritzventil (10) für Dieselöl auf, das mit mindestens einem Spritzloch (18) für das Einspritzen von Dieselöl als Zündöl und ausserdem mit Spritzlöchern (19) für das Einspritzen von Dieselöl als Hauptbrennstoff versehen ist. Die zuletzt genannten Spritzlöcher (19) sind bei Zündöleinspritzung nicht in Funktion. Es ist eine Steuervorrichtung (11) vorgesehen, die bei Betrieb der Brennkraftmaschine mit Gas als Hauptbrennstoff im Einspritzventil (10) nur das Zündölspritzloch (18) und bei Betrieb mit Dieselöl als Hauptbrennstoff das Zündölspritzloch (18) und die Dieselölspritzlöcher (19) taktweise freigibt.

Mit dieser Einrichtung wird es möglich, die sehr kleinen Mengen Zündöl bei Gasbetrieb der Maschine unter hohem Druck ebenso genau kontrolliert einzuspritzen, wie dies bei den wesentlich grösseren Einspritzmengen der Fall ist, wenn die Maschine mit Dieselöl als Hauptbrennstoff betrieben wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zum wahlweisen Einspritzen von Dieselöl als Hauptbrennstoff und Dieselöl als Zündöl in den Brennraum einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, die bei Zündöleinspritzung mit Gas als Hauptbrennstoff betrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennraum (3) ein zeitgesteuertes Einspritzventil (10) für Dieselöl aufweist, das mindestens ein Spritzloch (18) für das Einspritzen von Dieselöl als Zündöl und ausserdem Spritzlöcher (19) für das Einspritzen von Dieselöl als Hauptbrennstoff aufweist, wobei die zuletzt genannten Spritzlöcher (19) bei Zündöleinspritzung nicht in Funktion sind, und dass eine Steuervorrichtung (11) vorgesehen ist, die bei Betrieb der Brennkraftmaschine mit Gas als Hauptbrennstoff im Einspritzventil (10) nur das Zündölspritzloch (18) und bei Betrieb mit Dieselöl als Hauptbrennstoff das Zündölspritzloch und die Dieselölspritzlöcher (19) taktweise freigibt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzventil (10) eine für das Spritzloch (18) für Zündöl und für die Spritzlöcher (19) für Dieselöl gemeinsame, vom Druck des einzuspritzenden Brennstoffs in schliessendem Sinne beaufschlagte Ventalnadel (20) aufweist und die Steuervorrichtung (11) das Freigeben des Spritzlochs (18) für Zündöl und der Spritzlöcher (19) für Dieselöl durch Druckentlastung der Ventalnadel (20) steuert.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (11) einen mit zwei Steuerkanten (45, 46) versehenen Steuerschieber (37) aufweist, der über einen – bei Zweitaktmaschinen mit der Drehzahl der Kurbelwelle und bei Viertaktmaschinen mit der halben Drehzahl der Kurbelwelle der Hubkolbenbrennkraftmaschine rotierenden – Fallnocken (51) auf- und abwärts bewegt wird und in einer Schieberhülse (36) gelagert ist, die zwei mit axialem Abstand angeordnete und mit den Steuerkanten zusammenwirkende Steuerbohrungen (39, 40) aufweist, an denen eine am Einspritzventil (10) angeschlossene Entlastungsleitung (34) und eine zu einem Steuerorgan (44, 55 bis 58) führende Entlastungsleitung (42) angeschlossen ist, wobei das Steuerorgan die vom Steuerschieber (37) während seiner Aufwärtsbewegung hergestellte Verbindung zwischen den beiden Entlastungsleitungen unwirksam macht.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerorgan einen in einem gegenüber der Nockenwelle (43) feststehend angeordneten Bauteil (44) vorgesehenen Kanal (55) und eine sich über einen Teil der Umfangsfläche der Nockenwelle (43) erstreckende Nut (56) aufweist, die während der Aufwärtsbewegung des Steuerschiebers (37) nicht mit dem Kanal (55) kommuniziert.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schieberhülse (36) um die Längsachse des Steuerschiebers (37) verschwenkbar ist.

6. Einrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Nockenantrieb für die Steuervorrichtung (11) zugleich als Antrieb für eine Pumpvorrichtung (12) für das einzuspritzende Dieselöl dient.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich auf dem Steuerschieber (37) ein Förderkolben (64) der Pumpvorrichtung abstützt, der im einen Ende einer axial verschiebbaren Zylinderbüchse (65) gleitet, die ihrerseits mit ihrem anderen Ende einen axial durchbohrten Kolben (70) gleitbar umgibt, dessen Bohrung über ein in der Pumpvorrichtung angeordnetes Druckventil (61) in die zum Einspritzventil (10) führende Brennstoffdruckleitung (63) mündet.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderbüchse (65) etwa in der Mitte ihrer Länge Durchbrüche aufweist, über die das zu fördernde Dieselöl in den Förderraum (87) eintritt.

9. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der durchbohrte Kolben (70) an seinem dem Druckventil (61) zugewendeten Ende mit einem Fuss (71) versehen ist, über den dieser Kolben, in geringen Grenzen radial verschiebbar, dichtend gegen das Pumpengehäuse gedrückt wird.

10. Einrichtung nach den Ansprüchen 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderbüchse (65) an ihrem dem durchbohrten Kolben (70) zugewendeten Ende mit einem Flansch (67) versehen ist, der in der untersten Stellung der Zylinderbüchse auf einer Schulter (68) des die Zylinderbüchse umgebenden Gehäuses ruht, das zusammen mit dem Flansch einen den durchbohrten Kolben (70) umgebenden Raum (88) begrenzt, der mit unter einem veränderbaren Druck stehenden Dieselöl gefüllt ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum wahlweisen Einspritzen von Dieselöl als Hauptbrennstoff und Dieselöl als Zündöl in den Brennraum einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, die bei Zündöleinspritzung mit Gas als Hauptbrennstoff betrieben wird.

Es ist eine Hubkolbenbrennkraftmaschine der Viertaktbauart bekannt, die wahlweise mit Dieselöl oder Gas als Hauptbrennstoff betrieben werden kann. Bei dieser Maschine wird bei Gasbetrieb eine aus Dieselbrennstoff bestehende Zündölmenge durch dieselben Spritzlöcher in den Brennraum eingespritzt, durch die auch das Dieselöl eingespritzt wird, wenn die Maschine mit Dieselöl als Hauptbrennstoff betrieben wird. Da die Zündölmenge 5 bis 10% der bei Dieselbetrieb bei Vollast eingespritzten Menge betragen soll, wird bei Gasbetrieb eine schlechte Qualität für die Zündöleinspritzung erreicht, denn der gesamte Spritzlochquerschnitt ist für derart geringe Einspritzmengen zu gross, zumal heute die Tendenz dahin geht, die einzuspritzende Zündölmenge auf 1% und weniger zu verringern. Ausserdem gelingt es nicht, mit der bekannten Vorrichtung derart kleine Einspritzmengen mit demselben Druck genau kontrolliert einzuspritzen, wie dies für die grössere Menge bei Dieselölbetrieb der Maschine der Fall ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einspritzeinrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der die sehr kleinen Mengen an Zündöl bei Gasbetrieb der Maschine unter hohem Druck ebenso genau kontrolliert eingespritzt werden, wie dies bei den wesentlich grösseren Einspritzmengen der Fall ist, wenn die Maschine mit Dieselöl als Hauptbrennstoff betrieben wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Brennraum ein zeitgesteuertes Einspritzventil für Dieselöl aufweist, das mindestens ein Spritzloch für das Einspritzen von Dieselöl als Zündöl und ausserdem Spritzlöcher für das Einspritzen von Dieselöl als Hauptbrennstoff aufweist, wobei die zuletzt genannten Spritzlöcher bei Zündöleinspritzung nicht in Funktion sind, und dass eine Steuervorrichtung vorgesehen ist, die bei Betrieb der Brennkraftmaschine mit Gas als Hauptbrennstoff im Einspritzventil nur das Zündölspritzloch und bei Betrieb mit Dieselöl als Hauptbrennstoff das Zündölspritzloch und die Dieselölspritzlöcher taktweise freigibt.

Mit dieser Gestaltung der Einrichtung lässt sich der Lochquerschnitt für die Zündöleinspritzung für die geringe Menge von 1% oder weniger optimal dimensionieren, so dass sich beim Gasbetrieb der Maschine eine optimale Qualität für die Zündöleinspritzung ergibt, weil dann der grössere Gesamtquerschnitt der Dieselölspritzlöcher, durch die bei

Dieselmotor eingespritzt wird, ausgeschaltet ist. Wenn die Maschine mit Dieselmotor als Hauptbrennstoff betrieben wird, treten dann zusätzlich die Dieselmotorspritzlöcher in Funktion, deren Gesamtquerschnitt für die dann wesentlich grössere Dieselmotorspritzmenge dimensioniert ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Einspritzeinrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird in der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Einrichtung zum Einspritzen von Zündöl und Dieselmotor bei einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, die ausser mit Dieselmotor auch mit Gas betrieben werden kann, und

Fig. 2 die Einspritzeinrichtung nach Fig. 1 in detaillierter Darstellung.

Gemäss Fig. 1 ist ein zeitgesteuertes Einspritzventil 10 vorgesehen, das einen Akkumulatorraum 22 für den flüssigen Brennstoff aufweist und mit seinem unteren, mehrere Spritzlöcher 18, 19 aufweisenden Ende in den Brennraum 3 einer nicht näher dargestellten Hubkolbenbrennkraftmaschine ragt. Wie weiter unten beschrieben wird, besteht der flüssige Brennstoff aus Dieselmotor, das entweder in kleinen Mengen als Zündöl oder in grösseren Mengen als Hauptbrennstoff eingespritzt wird. Ausser dem Dieselmotor wird dem Zylinder 4 auch Gas, evtl. gemischt mit Verbrennungsluft, zugeführt (gestrichelte Linie 6), das ebenfalls als Hauptbrennstoff dient und das dann durch das Zündöl gezündet wird. Die Hubkolbenbrennkraftmaschine ist eine Zweistoffmaschine, die entweder mit Dieselmotor als Hauptbrennstoff oder mit Gas als Hauptbrennstoff betrieben wird und nach dem Zwei- oder Viertaktverfahren arbeiten kann.

Der Brennraum 3 wird vom Zylinder 4 und dem darin auf- und abbeweglichen Arbeitskolben 5 begrenzt. Das Dieselmotor wird über eine Brennstoffleitung 76 einer Pumpvorrichtung 12 zugeführt, die es unter hohem Druck über eine Leitung 63 in den Akkumulatorraum 22 des Einspritzventils 10 fördert. Von diesem Einspritzventil führt eine Entlastungsleitung 34 zu einer Steuervorrichtung 11, durch die die Einspritzzeit gesteuert wird.

Gemäss Fig. 2 weist das Einspritzventil 10 einen Ventilkörper auf, der aus einem oberen Teil 13, einem mittleren Teil 14 und einem unteren Teil 15 besteht, wobei die drei Teile durch nicht näher dargestellte Mittel zusammengehalten werden. Der Ventilkörper durchdringt einen Zylinderkopf 16 und ragt mit dem unteren Ende seines unteren Teils 15 in den Brennraum 3 des hier nicht dargestellten Zylinders. Das in den Brennraum 3 ragende Ende des Teils 15 weist ein zentrales Spritzloch 18 und auf einem höheren Niveau eine Reihe von Spritzlöchern 19 auf, deren Achsen unter einem spitzen Winkel zur Längsachse des Ventilkörpers stehen.

Der untere Teil 15 des Ventilkörpers enthält eine Ventilmantelfeder 20 mit zylindrischem Querschnitt, die in einer axialen Bohrung 21 des Teils 15 geführt ist. Die dem Brennraum 17 zugewendete Stirnfläche der Ventilmantelfeder 20 ist kegelförmig ausgebildet und wirkt mit einer entsprechenden Gegenfläche im Teil 15 dichtend zusammen. Die Spritzlöcher 19, die eintrittsseitig über eine Ringnut verbunden sind, sind so angeordnet, dass zwischen der unteren Begrenzung dieser Ringnut und dem Übergang von der zylindrischen Fläche der Bohrung 21 zur kegelförmigen Gegenfläche ein Abstand «d» vorhanden ist.

Der obere Teil 13 des Ventilkörpers enthält den Akkumulatorraum 22, in dem einzuspritzender Brennstoff unter hohem Druck gespeichert wird. Vom Akkumulatorraum 22 ausgehend, erstreckt sich ein Brennstoffzuführkanal 23

durch den mittleren Teil 14 und mündet in eine Ringnut 24 in der Wand des unteren Teils 15. Diese Ringnut erstreckt sich etwa bis zur Mitte der Ventilmantelfeder 20 führenden Bohrung 21. Der Brennstoffzuführkanal 23 setzt sich von der Ringnut 24 aus in einer schrägen Bohrung 23' fort, die in die Bohrung 21 mündet. Im Mündungsbereich der Bohrung 23' weist die Ventilmantelfeder 20 eine Ringnut auf, in die ein diametraler Kanal 25 mündet. Von diesem Kanal 25 führt ein zentraler Kanal 26 in der Ventilmantelfeder in Richtung zu ihrer kegelförmigen Stirnfläche. Nahe dieser Stirnfläche gabelt sich der Kanal 26 in zwei kurze Kanäle, deren Achsen rechtwinklig zur Kegelmantelfläche stehen. Die Mündungen der kurzen Kanäle sind etwas erweitert, und zwar so, dass beiderseits jeder Erweiterung noch Dichtungspartien der Kegelfläche stehen bleiben, die in Schliessstellung der Ventilmantelfeder 21 den Brennstoffstrom zu den Spritzlöchern 18 und 19 sperren.

Am unteren Ende des mittleren Teils 14 ist ein zentraler Leckageraum 27 vorgesehen, an dem ein Leckagekanal 28 angeschlossen ist, der oberhalb des Zylinderkopfes 16 aus dem Bauteil 14 herausführt. In den Leckageraum 27 ragt von oben her ein Belastungskolben 29, der auf die Ventilmantelfeder 20 drückt, und zwar mittels einer Feder 30 sowie mittels des im Akkumulatorraum 22 herrschenden Brennstoffdruckes, der auf die obere Stirnfläche des Belastungskolbens wirkt. Zu diesem Zweck ist im Teil 14 ein Verbindungskanal 31 vorgesehen, der den Akkumulatorraum 22 mit einem Raum 32 oberhalb des Belastungskolbens 29 verbindet und der eine Drosselstelle aufweist. Der Durchmesser des Belastungskolbens 29 ist etwas grösser dimensioniert als der Durchmesser der Ventilmantelfeder 20. Vom Raum 32 führt ein Entlastungskanal 33 aus dem Einspritzventil 10 heraus. Am Entlastungskanal 33 ist eine Entlastungsleitung 34 angeschlossen, die zur Steuervorrichtung 11 führt.

Die Steuervorrichtung 11 weist ein Gehäuse 35 auf, in dem eine Schieberhülse 36 sowie ein Steuerschieber 37 angeordnet sind. Die Schieberhülse 36 weist im Bereich des Anschlusses der Entlastungsleitung 34 eine Ringnut 38 auf, von der aus eine erste Steuerbohrung 39 zum Innern der Schieberhülse führt. Eine zweite Steuerbohrung 40 ist axial unterhalb der ersten Steuerbohrung 39 in der Schieberhülse 36 vorgesehen. Die zweite Steuerbohrung 40 ist über eine Ringnut 41 mit einer weiteren, am Gehäuse 35 angeschlossenen Entlastungsleitung 42 verbunden, die zu einer auf einer Nockenwelle 43 angeordneten, relativ zu dieser feststehenden Schieberplatte 44 führt. Die Steuerbohrungen 39 und 40 wirken mit zwei Steuerkanten 45 und 46 am Steuerschieber 37 zusammen, wobei die obere Steuerkante 45 schräg zur Längsachse und die untere Steuerkante 46 rechtwinklig zur Längsachse des Schiebers stehen.

Das untere Ende des Steuerschiebers 37 ruht auf dem freien Ende 47 eines einarmigen Hebels 48, der mit seinem anderen, gegabelten Ende um einen Drehpunkt 49 schwenkbar ist und über eine zwischen den beiden Enden angeordnete Rolle 50 sich auf einer Nocke 51 der Nockenwelle 43 abstützt. Die Nocke 51 ist eine sogenannte Fallnocke und dreht sich im Betrieb der Vorrichtung in Richtung des Pfeiles 52. Um ein Drehen des Steuerschiebers 37 um seine Längsachse zu verhindern, ist das untere Schieberende geschlitzt, wobei das Hebelende 47 in den Schlitz greift. Der Steuerschieber 37 wird durch eine im Gehäuse 35 abgestützte konische Feder 53 gegen den Hebel 48 gedrückt. Die Schieberhülse 36 ist in axialer Richtung unverschiebbar im Gehäuse 35 gelagert, kann jedoch über einen Hebel 54 um die Längsachse des Schiebers 37 verschwenkt werden.

Die Anschlussstelle der weiteren Entlastungsleitung 42 an der Schieberplatte 44 steht über einen Kanal 55 mit einer in der Mantelfläche der Nockenwelle 43 angeordneten Nut 56 in Verbindung, die sich nur über einen Teil des Umfangs der

Nockenwelle erstreckt. Die Nut 56 ihrerseits steht über eine radiale Bohrung 57 mit einer zentralen Bohrung 58 in der Nockenwelle in Verbindung. Beim Drehen der Nockenwelle entsteht also nur eine kurzzeitige Verbindung zwischen dem Kanal 55 und der Nut 56.

Oberhalb der Steuervorrichtung 11 schliesst sich die Pumpvorrichtung 12 an, deren mit der Steuervorrichtung gemeinsames Gehäuse am oberen Ende einen Pumpenkopf 60 mit einem federbelasteten Druckventil 61 enthält. Am Pumpendeckel 62 ist eine Brennstoffdruckleitung 63 angeschlossen, die einerseits in den Akkumulatorraum 22 des Einspritzventils 10 und andererseits über ein Drosselventil 84 in ein Druckausgleichsgefäß 85 mündet. Zum Fördern des Brennstoffs ist im unteren Bereich der Pumpvorrichtung ein axial beweglicher Kolben 64 vorgesehen, der sich mit seinem unteren Ende auf dem Steuerschieber 37 abstützt und wegen der konischen Feder 53 die Bewegungen des Schiebers mitmacht. Der Kolben 64 ragt in eine axial bewegliche Zylinderbüchse 65, die in einem zylinderartigen feststehenden Gehäuseteil 66 geführt ist. Die Zylinderbüchse 65 weist an ihrem oberen Ende einen Flansch 67 auf, mit dem sie in der gezeichneten Stellung an einer Schulter 68 des zylinderartigen Teils 66 anliegt. Unterhalb des Flansches 67 ist eine Feder 69 vorgesehen, die bestrebt ist, den Flansch 67 von der Schulter 68 abzuheben. In das obere Ende der Zylinderbüchse 65 ragt ein zentral durchbohrter, axial unbeweglich gehaltener Kraftausgleichskolben 70. Die zentrale Bohrung des Kolbens 70 führt zum Druckventil 61 im Pumpenkopf 60. Der Kolben 70 weist an seinem oberen Ende einen runden Fuss 71 auf, mit dem er – in geringen Grenzen radial beweglich – sich am Pumpenkopf 60 dichtend abstützt. Diese dichtende Abstützung erfolgt einerseits mittels einer konischen Federscheibe 72 und andererseits hydraulisch, indem eine Entlastungsringnut 73 vorgesehen ist, deren Innendurchmesser kleiner ist als der Aussendurchmesser des Kolbens 70. Die Ringnut 73 steht über eine radiale Nut mit dem den Kolben 70 umgebenden Raum 88 in Verbindung.

Die Zylinderbüchse 65 weist innen etwa in der Mitte eine Ringnut 74 auf, die über radiale Bohrungen mit einer Eindrehung 75 in der Aussenfläche der Büchse 65 verbunden ist. Im Bereich der Eindrehung 75 ist am Pumpengehäuse 35 eine Leitung 76 angeschlossen, die von einem Brennstoffvorratsbehälter 77 herführt und eine Niederdruckzubringerpumpe 78 enthält. Die Zubringerpumpe 78 versorgt über parallele Leitungen 76' gleich aufgebaute Einrichtungen weiterer Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine. Von der Leitung 76 zweigt eine Leitung 79 ab, die über einen Druckregler 80 und eine Leitung 81 an das Pumpengehäuse angeschlossen ist, und zwar im Bereich nahe unter dem Fuss 71 des Kolbens 70. Auf diese Weise sind die Eindrehung 75, der Raum 87 zwischen den Kolben 64 und 70, dessen zentrale Bohrung und der Raum 88 oberhalb des Flansches 67 mit Brennstoff gefüllt.

An der Leitung 79 ist eine Überströmleitung 82 mit Druckbegrenzungsventil 83 angeschlossen, die zum Brennstoffbehälter 77 zurückführt. Entsprechend den Leitungen 76' sind am Druckregler 80 Leitungen 81' angeschlossen, die zu den anderen Einrichtungen führen. Ausserdem sind der Brennstoffdruckleitung 63 entsprechende Brennstoffdruckleitungen 63' der anderen Einrichtungen über je ein Drosselventil 84' an das Druckausgleichsgefäß 85 angeschlossen, von dem eine Messleitung 86 zum Druckregler 80 führt.

Die beschriebene Einspritzeinrichtung funktioniert wie folgt, wobei Gasbetrieb angenommen wird. In der in Fig. 2 gezeichneten Stellung des Nockens 51 wurde der Steuerschieber 37 mittels der kräftigen konischen Feder 53 mit sehr hoher Geschwindigkeit nach unten bewegt, da der geradlinige Abschnitt der Nocke 51, über den die Rolle 50 des

Hebels 48 zuvor abwärts bewegt wurde, gegenüber der Radialen nur leicht geneigt ist. Durch die Dimensionierung der Hebellängen des Hebels 48 ergibt sich bei der Bewegung des Steuerschiebers 37 ein grosser axialer Weg, was ermöglicht, den Dichtspalt zwischen dem Steuerschieber und der umgebenden Schieberhülse 36 auf einen relativ kleinen Durchmesser vorzusehen, so dass die unvermeidlichen Leckmengen relativ klein gehalten werden können.

Bei der weiteren Drehbewegung der Nockenwelle 43 in Richtung des Pfeiles 52 wird der Hebel 48 im Gegenuhrzeigersinn verschwenkt und bewegt dabei den Steuerschieber 37 nach oben. Gleichzeitig mit dieser Aufwärtsbewegung wird auch der Kolben 64 nach oben bewegt, wobei – wenn die obere Stirnfläche des Kolbens 64 die obere Begrenzung der Ringnut 74 passiert hat – die Förderung des im Raum 87 eingeschlossenen Brennstoffs beginnt, der dann über die Bohrung des Kolbens 70, das sich öffnende Druckventil 61 und die Leitung 63 zum Akkumulatorraum 22 des Einspritzventils 10 gelangt. Die Ventilnadel 20 bleibt dabei in geschlossener Stellung, da der Brennstoffdruck über den Belastungskolben 29 auf die Ventilnadel wirkt. Im weiteren Verlauf der Aufwärtsbewegung des Steuerschiebers 37 passiert die schräge Steuerkante 45 zunächst die zweite Steuerbohrung 40 und dann die erste Steuerbohrung 39, was – obwohl jetzt eine Verbindung zwischen den Entlastungsleitungen 34 und 42 existiert – ohne Folgen für das Einspritzventil 10 bleibt, weil der Anschluss der Leitung 42 an der Schieberplatte 44 noch gesperrt ist, denn die Nut 56 in der Nockenwelle 43 steht jetzt nicht mit dem Kanal 55 in Verbindung. Bei weiterer Aufwärtsbewegung des Steuerschiebers 37 wird die zweite Steuerbohrung 40 durch die Steuerkante 46 geschlossen, was einer Stellung der Rolle 50 des Hebels 48 kurz vor der Kuppe der Nocke 51 entspricht.

Nachdem die Rolle 50 des Hebels 48 die Nockenkuppe überschritten hat, bewegt sich der Steuerschieber 37 mit hoher Geschwindigkeit abwärts. Sobald die untere Steuerkante 46 die zweite Steuerbohrung 40 freigibt, entsteht die Verbindung der Entlastungsleitungen 34 und 42, wobei sich diese Verbindung als Druckentlastung auswirkt, weil jetzt die Entlastungsleitung 42 über den Kanal 55, die Nut 56 und die Bohrungen 57 und 58 mit einem Raum tieferen Druckes kommuniziert. Es tritt also in den Leitungen 42 und 34 eine massive Drucksenkung auf, die sich über den Entlastungskanal 33 auch auf den Belastungskolben 29 im Einspritzventil 10 auswirkt. Als Folge davon kann der Druck des im Akkumulatorraum 22 befindlichen Dieselöls, das über die Kanäle 23, 23', 25 und 26 auf die Ventilnadel 20 in abhebendem Sinne wirkt, kurzzeitig die Ventilnadel nach oben bewegen, so dass Brennstoff über das zentrale Spritzloch 18 in den Brennraum 3 eingespritzt wird. Der Hub der Ventilnadel 20 bleibt dabei kleiner als der Abstand «d», so dass kein Dieselöl über die Spritzlöcher 19 austreten kann. Die über das Spritzloch 18 austretende Menge ist also sehr klein und dient als Zündöl für das im Brennraum 3 enthaltene Gas.

Die geschilderte Entlastung des Belastungskolbens 29 ist nur kurzzeitig, da bei der in Fig. 2 gezeichneten Stellung der Schieberhülse 36 der im Bereich der Steuerbohrungen 39 und 40 liegende axiale Abstand der Steuerkanten 45 und 46 am kleinsten ist und die schräge Steuerkante 45 – kurz nach der Freigabe der zweiten Steuerbohrung 40 durch die Steuerkante 46 – die erste Steuerbohrung 39 abgesperrt, womit die Verbindung der Entlastungsleitung 34 und 42 wieder unterbrochen ist.

Soll die Brennkraftmaschine vom Gasbetrieb auf Betrieb mit Dieselöl als Hauptbrennstoff umgestellt werden, so wird die Gaszufuhr über die Leitung 6 unterbrochen und in der Steuervorrichtung 11 die Schieberhülse 36 mit Hilfe des

Hebels 54 verschwenkt. Dadurch kommt also ein grösserer axialer Abstand zwischen den Steuerkanten 45 und 46 in den Bereich der Steuerbohrungen 39 und 40 zu liegen. Dies bedeutet, dass bei einer Abwärtsbewegung des Steuerschiebers 37 die Verbindung der Entlastungsleitungen 34 und 42 und damit die Druckabsenkung über dem Belastungskolben 29 über längere Zeit als beim zuvor beschriebenen Gasbetrieb aufrechterhalten bleibt. Dementsprechend macht auch die Ventilnadel 20 einen grösseren Öffnungshub, so dass das Dieselöl auch über die Spritzlöcher 19 in den Brennraum eingespritzt wird. Beim Dieselbetrieb wird also eine wesentlich grössere Menge Dieselöl als beim Gasbetrieb eingespritzt. Im übrigen funktioniert die beschriebene Einrichtung gleich wie beim Gasbetrieb, d.h. dass bei der Aufwärtsbewegung des Steuerschiebers 37 die Verbindung der Entlastungsleitungen 34 und 42 ohne Folgen bleibt, weil dann der Kanal 55 nicht mit der Nut 56 in der Nockenwelle 43 kommuniziert.

Mit der Pumpvorrichtung 12 lässt sich auch die Fördermenge ändern, was mit Hilfe des Reglers 80 in folgender Weise geschieht. Der Brennstoffdruck im Akkumulatorraum 22 wird über das Drosselventil 84, das Druckausgleichsgefäss 85 und die Messleitung 86 im Druckregler 80 registriert. Solange der gewählte Druck im Akkumulatorraum noch nicht erreicht ist, lässt der Druckregler den vollen Druck der Zubringerpumpe 78 über die Leitungen 79 und 81 im Raum 88 wirken, wodurch die Zylinderbüchse 65 mit ihrem Flansch 67 auf die Schulter 68 gedrückt wird. Dies geschieht deshalb, weil wegen des Kraftausgleichkolbens 70 keine hydraulischen Kräfte von der Hochdruckseite her auf die

Büchse 65 wirken. Für deren axiale Positionierung ist deshalb nur das Gleichgewicht zwischen der Kraft der Feder 69 und der Kraft des hydraulischen Druckes im Raum 88 massgebend. Die vom Kolben 64 geförderte Menge entspricht dann der grösstmöglichen Fördermenge. Übersteigt der Brennstoffdruck im Akkumulatorraum 22 den gewählten Druck, so wird vom Druckregler 80 der Zubringerdruck reduziert, so dass dieser reduzierte Druck auch im Raum 88 wirksam wird. Als Folge davon kann sich die Zylinderbüchse 65, unterstützt von der Feder 69, nach oben bewegen, so dass der Förderhub des Kolbens 64 später beginnt. Der maximale Hub der Zylinderbüchse 65 ist dann erreicht, wenn diese mit ihrer oberen Stirnfläche am Fuss 71 des Kolbens 70 anliegt. In dieser Stellung der Zylinderbüchse macht der Kolben 64 einen Leerhub, d.h. die Fördermenge ist gleich Null. Bei der Abwärtsbewegung des Kolbens 64 wird Vakuum im Förderraum 87 erzeugt, das sich mit Dieselöl vom Zubringerdruck auffüllt, wenn die obere Stirnfläche des Kolbens 64 die Ringnut 74 in der Zylinderbüchse erreicht hat.

Mit Hilfe der Drosselventile 84 und 84' wird eine möglichst konstante Druckbeaufschlagung des Reglers 80 erreicht, weil der Druck von allen benachbarten Pumpvorrichtungen nach entsprechender Drosselung auf das Druckausgleichsgefäss 85 gebracht wird und so der Druck über der Zeit nahezu konstant ist. Das Zwischenschalten der Drosselventile und des Druckausgleichsgefässes hat ausserdem den Vorteil, dass bei einem Ausfallen einer Pumpvorrichtung die übrigen Einspritzeinrichtungen noch einigermassen funktionsfähig bleiben.

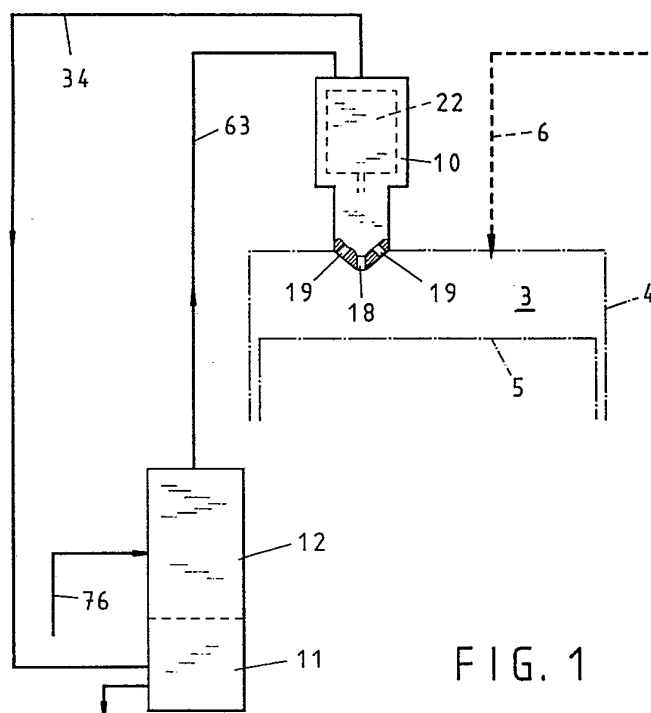


FIG. 1

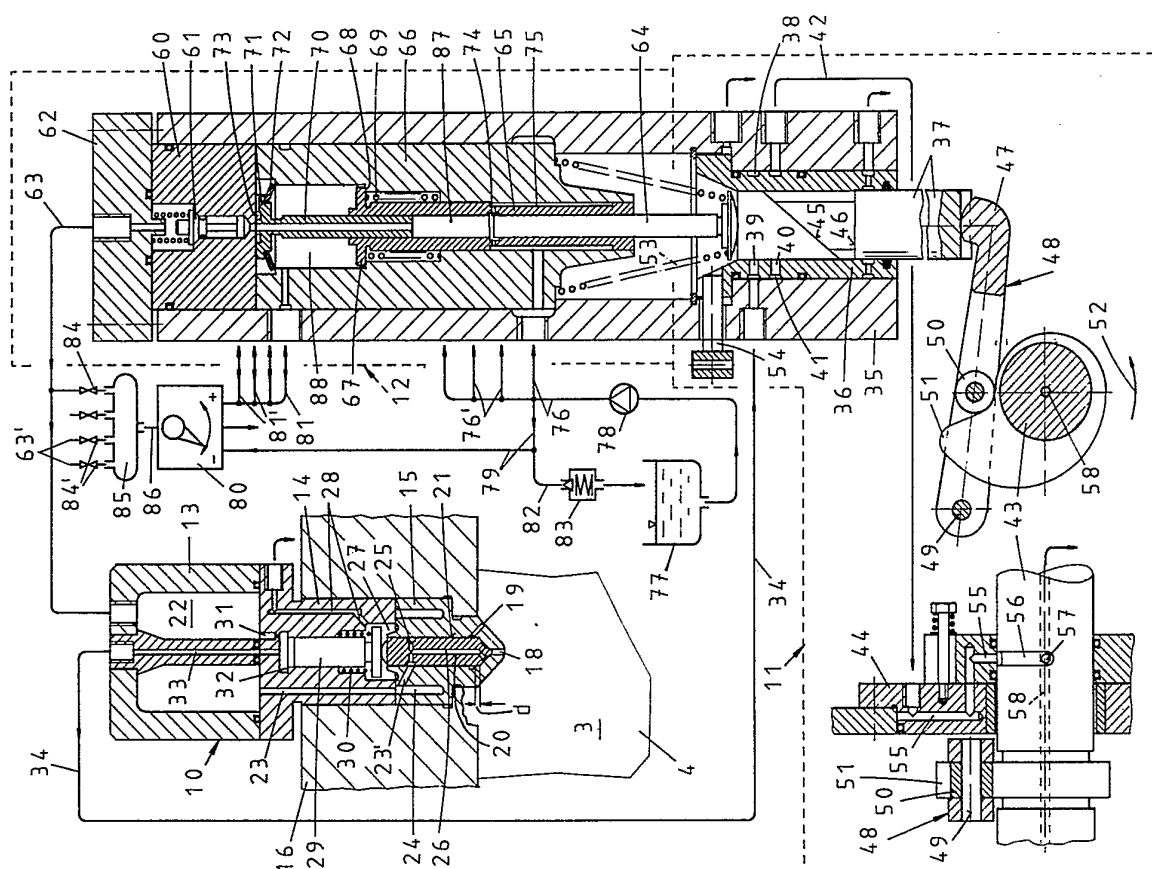


FIG. 2