

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 387 186**  
**A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90810031.6

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: F02M 47/02

(22) Anmeldetag: 15.01.90

(30) Priorität: 06.03.89 CH 823/89

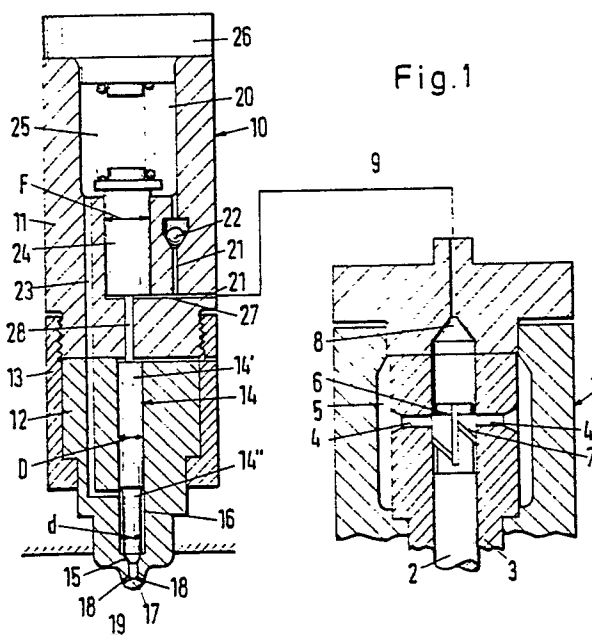
(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
12.09.90 Patentblatt 90/37(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE DK FR GB IT NL

(71) Anmelder: **GEBRÜDER SULZER**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
Zürcherstrasse 9  
CH-8401 Winterthur(CH)

(72) Erfinder: **Scherrer, Hans**  
Im Bändler 1  
CH-8450 Andelfingen(CH)

(54) **Einrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer Hubkolbenbrennkraftmaschine.**

(57) Die Einrichtung weist eine Brennstoffpumpe (1) und eine an deren Druckleitung (9) angeschlossene Einspritzdüse (10) auf. Die Einspritzdüse enthält eine mit einer Sitzfläche (15) zusammenwirkende Ventalnadel (14), die einen der Sitzfläche abgewendeten zylindrischen Führungsabschnitt (14') mit grösserem Querschnitt als der an die Sitzfläche (15) angrenzende zylindrische Nadelabschnitt (14'') aufweist. Dieser Abschnitt (14'') ist von einem Ringraum (16) umgeben, von dem aus Brennstoff beim Abheben der Ventalnadel über Spritzlöcher (18) in den Brennraum (19) strömt. Es ist ein mit Brennstoff gefüllter Speicherraum (20) vorgesehen, in den die Druckleitung (9) über ein Rückschlagventil (22) mündet. In der Einspritzdüse (10) ist ein unter dem Druck des Brennstoffs im Speicherraum (20) stehender und sich gegen den Führungsabschnitt (14') erstreckender, auf diesen wirkender Kolben (24) angeordnet. Der Querschnitt (F) dieses Kolbens ist grösser als der Querschnitt (D) des Führungsabschnittes (14') und die diesem Führungsabschnitt zugewendete Stirnfläche des Kolbens (24') ist von dem in der Druckleitung (9) vor dem Rückschlagventil (22) herrschenden Brennstoffdruck beaufschlagt. Vom Speicherraum (20) führt ein Kanal (23) zum Ringraum (16).



EP 0 387 186 A1

## Einrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer Hubkolbenbrennkraftmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einer Brennstoffeinspritzpumpe und einer an deren Druckleitung angeschlossenen Einspritzdüse, die eine mit einer Sitzfläche zusammenwirkende Ventilmadel enthält, die einen der Sitzfläche abgewendeten zylindrischen Führungsabschnitt mit grösserem Querschnitt als der an die Sitzfläche angrenzende zylindrische Abschnitt aufweist, der von einem Ringraum umgeben ist, von dem aus Brennstoff taktweise durch Abheben der Ventilmadel von der Sitzfläche zu mindestens einem in den Brennraum mündenden Spritzloch strömt.

Bei den üblichen Einspritzeinrichtungen dieser Art ist der die Ventilmadel umgebende Ringraum in der Einspritzdüse über die Druckleitung mit der Brennstoffpumpe verbunden. Die Ventilmadel wird durch die Kraft einer Druckfeder in Schliessrichtung gegen die Sitzfläche gedrückt. Eine Öffnungsbe-  
5  
10  
15  
20  
25

wegung der Ventilmadel wird entgegen dieser Federkraft durch den Druck des im Ringraum befindlichen Brennstoffs bewirkt, der auf die durch die unterschiedlichen Querschnitte bedingte Differenzfläche oder Schulter am Uebergang vom Führungsabschnitt zum anderen Abschnitt der Ventilmadel wirkt.

Es ergibt sich somit ein Öffnungsdruck für die Ventilmadel, der von dem Verhältnis von Federkraft zu Differenzfläche abhängig ist, sowie ein Schliessdruck für die Ventilmadel, der von dem Verhältnis Federkraft zu Querschnitt des Führungsabschnittes abhängig ist. Der Öffnungsdruck liegt im allgemeinen 1,3 bis 2 mal höher als der Schliessdruck. Der Schliessdruck muss um einen genügend hohen Wert über dem Druck im Brennraum liegen, um ein einwandfreies Schliessen der Ventilmadel zu gewährleisten.

Zwischen dem Öffnungsdruck und dem Schliessdruck, d.h. während der Einspritzphase, steigt der Brennstoffdruck vor den Spritzlöchern auf ein Druckmaximum, wonach der Brennstoffdruck steil gegen den Schliessdruck abfällt. Bei einem Öffnungsdruck von etwa 350 bar und einem Schliessdruck von etwa 200 bar liegt das Druckmaximum bei etwa 1500 bar. Der Druckverlauf über dem Hub der Ventilmadel zeigt im wesentlichen die Form eines Dreiecks. Mit diesem Druckverlauf ist eine Kontinuität in dem Sinne, dass die Förderate der Brennstoffpumpe gleich der aus den Spritzlöchern ausfliessenden Brennstoffmenge ist, nicht zu erreichen. Die maximal aus den Spritzlöchern strömende Brennstoffmenge beträgt ca. 60 % der momentan von der Brennstoffpumpe geförderten Menge. Die restliche von der Brennstoff-

pumpe geförderte Menge wird verbraucht, um das System zwischen dem Druckraum der Pumpe und den Spritzlöchern "aufzupumpen". Die für diese zusätzliche Kompressionsarbeit notwendige Energie muss für jeden Einspritzvorgang neu aufgebracht werden.

Die bisher üblichen Einspritzeinrichtungen der eingangs genannten Art haben folgende Nachteile:

1. Lange Einspritzdauer wegen des dreieckförmigen Druckverlaufs über dem Hub der Ventilmadel.

2. Gegen Ende der Einspritzphase besteht stark fallender Druck, was die Zerstäubung des Brennstoffs im Brennraum verschlechtert.

3. Die Brennstoffpumpe weist eine hohe Förderate auf, die nur in ungenügender Masse der Brennstoffeinspritzung zugute kommt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Einspritzeinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass der Druckverlauf über dem Hub der Ventilmadel im wesentlichen rechteckige Form erhält, so dass bei gleicher Einspritzmenge die Einspritzdauer verkürzt werden kann. Ausserdem soll der Unterschied zwischen dem Druckmaximum und dem Schliessdruck verringert werden, so dass die Zerstäubung des Brennstoffs auch gegen Ende der Einspritzphase möglichst gut bleibt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass ein mit Brennstoff gefüllter Speicherraum vorgesehen ist, in den die Druckleitung über ein Rückschlagventil mündet, dass in der Einspritzdüse ein unter dem Druck des Brennstoffs im Speicherraum stehender und sich gegen den Führungsabschnitt der Ventilmadel erstreckender sowie auf diese wirkender Kolben angeordnet ist, dessen Querschnitt grösser ist als der Querschnitt des Führungsabschnittes der Ventilmadel und dessen dem Führungsabschnitt zugewendete Stirnfläche von dem in der Druckleitung vor dem Rückschlagventil herrschenden Brennstoffdruck beaufschlagt ist, und dass ein vom Speicherraum zum Ringraum führender Kanal vorhanden ist.

Durch den Speicherraum und das Rückschlagventil wird in der Einspritzdüse zwischen diesem Ventil und der Sitzfläche stets ein relativ hoher Speicherdruck aufrechterhalten, der erlaubt, den Einspritzvorgang mit relativ hohem Druck zu beginnen, der dann während des weiteren Einspritzvorganges nur noch wenig ansteigt und am Ende des Einspritzvorganges nur wenig unterschritten wird. Es ergibt also im wesentlichen ein rechteckiger Druckverlauf über dem Hub der Ventilmadel, und es wird auch am Ende des Einspritzvorganges eine gute Zerstäubung des Brennstoffs aufrechterhalten.

Durch die Anordnung des Kolbens wird bei Entlastung von dessen den Führungsabschnitt zugewendeter Stirnfläche ein starkes Ungleichgewicht der an ihm wirkenden Kräfte erzeugt, wodurch ein sicheres Schliessen der Ventilmadel erreicht wird. Damit ist auch das sogenannte Nachspritzen - durch ungewolltes Oeffnen der Ventilmadel infolge von Schwingungen des Brennstoffdruckes - vermieden. Da der Einspritzvorgang im wesentlichen bei konstantem Druck abläuft, muss keine zusätzliche Kompressionsarbeit für das "Aufpumpen" geleistet werden.

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

Fig. 1 einen schematischen Axialschnitt durch den oberen Teil einer Brennstoffeinspritzpumpe und durch eine Einspritzdüse und

Fig. 2 ein Diagramm mit dem Verlauf des Pumpen- sowie des Speicherdruckes und des Nadelhubes während eines Einspritzvorganges.

Die in Fig. 1 rechts dargestellte Brennstoffeinspritzpumpe 1 weist einen Pumpenkolben 2 auf, der in üblicher Weise von einem nicht gezeigten Nocken auf- und abwärtsbewegt wird. Ein den Pumpenkolben 2 umgebender Zylinder 3 weist radiale Bohrungen 4 auf, die in einen den Zylinder umgebenden Ringraum 5 münden, dem der einzuspritzende Brennstoff auf nicht dargestellte Weise mit relativ niedrigem Druck zugeführt wird. Mit den Bohrungen 4 wirken eine obere Steuerkante 6 und eine untere Steuerkante 7 zusammen, die sich am Pumpenkolben 2 befinden und die den Förderbeginn bzw. das Förderende der Pumpe 1 während der Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens 2 bestimmen. Vom Druckraum 8 der Pumpe 1 führt eine Druckleitung 9 zu einer Einspritzdüse 10.

Die Einspritzdüse 10 besteht im wesentlichen aus zwei Gehäuseteilen 11 und 12, die durch eine Ueberwurfmutter 13 zusammengehalten werden. Im unteren Gehäuseteil 12 ist eine Ventilmadel 14 angeordnet, die einen oberen Führungsabschnitt 14' mit dem Durchmesser D und einen unteren Abschnitt 14'' mit einem kleineren Durchmesser d aufweist. Am unteren Ende des Abschnitts 14'' schliesst sich an die Ventilmadel 14 eine Kegelfläche an, die mit einer kegeligen Sitzfläche 15 im Gehäuseteil 12 zusammenwirkt. Der Abschnitt 14'' ist von einem Ringraum 16 umgeben. Unterhalb der Sitzfläche 15 gehen von einem Raum 17 des Gehäuseteils 12 Spritzlöcher 18 aus, die in den Brennraum 19 des nicht näher dargestellten Zylinders der Hubkolbenbrennkraftmaschine der Dieselmotortypart münden.

Der obere Gehäuseteil 11 der Einspritzdüse 10 weist einen Speicherraum 20 für den einzuspritzenden Brennstoff auf, der über einen Kanal 21 mit der Druckleitung 9 in Verbindung steht. Der Speicher-

raum ist im Betrieb der Einspritzdüse voll mit Brennstoff gefüllt, d.h. er enthält kein Gaspolster. Im Kanal 21 ist ein Rückschlagventil 22 angeordnet, das ein Zurückströmen von Brennstoff aus dem Speicherraum 20 in die Druckleitung 9 verhindert. Der Speicherraum 20 ist über einen sich durch die Gehäuseteile 11 und 12 erstreckenden Kanal 23 mit dem Ringraum 16 verbunden. In den Speicherraum 20 ragt ein zur Ventilmadel 14 koaxial angeordneter Kolben 24, der im Gehäuseteil 11 geführt ist und einen Durchmesser F aufweist, der grösser ist als der Durchmesser D des Führungsabschnitts 14' der Ventilmadel. Zwischen dem in den Speicherraum 20 ragenden Ende des Kolbens 24 und einem den Speicherraum 20 verschliessenden Deckel 26 der Einspritzdüse 10 ist eine Druckfeder 25 angeordnet, die den Kolben 24 in Richtung der Ventilmadel 14 drückt und deren Schliessbewegung unterstützt. Die dem Speicherraum 20 abgewendete Stirnfläche des Kolbens 24 steht über einen Kanal 27 unter dem Einfluss des Brennstoffdruckes in der Druckleitung 9, indem der Kanal 27 in Strömungsrichtung des Brennstoffs vor dem Rückschlagventil 22 von dem Kanal 21 abzweigt. Zwischen dieser Stirnfläche des Kolbens 24 und dem Führungsabschnitt 14' der Ventilmadel ist eine Druckstange 28 im Gehäuseteil 11 zur Bewegungsübertragung vorgesehen.

Die Einrichtung funktioniert wie folgt: Die Speicherwirkung ergibt sich im wesentlichen aus der Elastizität des im Raum 20 eingeschlossenen Brennstoffs und der der Wandung, die diesen Raum umgibt. Der Speicherraum 20 ist von den vorhergehenden Einspritzvorgängen her mit Brennstoff unter einem Speicherdruck Psp von 1300 bis 1400 bar bei Vollast der Brennkraftmaschine gefüllt, der die obere Stirnfläche des Kolbens 24 belastet (vergl. gestrichelte Linie Psp im linken Bereich der Fig. 2). Der Speicherdruck Psp wirkt zugleich auch auf die Differenzfläche (D-d) am Uebergang vom Abschnitt 14' zum Abschnitt 14'' der Ventilmadel 14. Da diese Differenzfläche wesentlich kleiner ist als die obere Stirnfläche des Kolbens 24, wird die Düsennadel 14 vom Kolben 24 in der Schliessstellung gehalten. Wenn im Laufe einer Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens 2 dessen obere Steuerkante 6 die Bohrungen 4 im Zylinder 3 verschliesst - dies entspricht der in Fig. 1 gezeichneten Stellung des Kolbens 2 - beginnt der Brennstoffdruck Pp im Druckraum 8 der Pumpe zu steigen (vergl. Zeitpunkt K in Fig. 2). Dieser grösser werdende Druck beaufschlagt über die Druckleitung 9 und den Kanal 27 die untere Stirnseite des Kolbens 24. Wenn Gleichgewicht der Kräfte am beweglichen System - bestehend aus Kolben 24, Druckstange 28 und Ventilmadel 14 - entsteht, beginnt die Oeffnungsbewegung der Ventilmadel (vergl. Zeitpunkt L in Fig. 2). Sofort nach

dem Abheben der Ventilmadel wird deren Öffnungsbewegung durch die auf den ganzen Nadelquerschnitt von unten wirkende hydraulische Kraft unterstützt. Es fließt jetzt Brennstoff aus dem Speicherraum 20 über den Kanal 23, die Räume 16 und 17 und die Spritzlöcher 18 unter Strahlbildung in den Brennraum 19. Dabei nimmt der Speicherdruck Psp etwas ab, wogegen der Pumpendruck Pp noch weiter steigt, bis dieser den Druck im Speicherraum übersteigt und das Rückschlagventil 22 geöffnet wird (vergl. Zeitpunkt M in Fig. 2). Der Kolben 24 wird damit unwirksam, da seine beiden Stirnflächen vom selben Druck beaufschlagt werden. Je nachdem, wie der Querschnitt der Spritzlöcher 18 auf die Förderrate der Brennstoffpumpe 1 abgestimmt ist, variiert nach dem Öffnen des Rückschlagventils 22 der Druck etwas. Wenn die untere Steuerkante 7 des Pumpenkolbens 2 die Bohrungen 4 freilegt, ist das Ende der Förderphase der Pumpe erreicht, und es tritt eine rapide Druckentlastung im Druckraum 8, in der Druckleitung 9 und auf der unteren Stirnseite des Kolbens 24 ein (Zeitpunkt N in Fig. 2). Das Rückschlagventil 22 schliesst dabei unverzüglich. Das nun entstehende Ungleichgewicht am beweglichen System 24, 28, 14 leitet eine Schliessbewegung der Düsenadel 14 ein (vergl. Zeitpunkt O in Fig. 2). Während der Schliessbewegung der Ventilmadel 14 wird weiter Brennstoff in den Brennraum 19 eingespritzt, wobei der Speicherdruck Psp etwas abfällt, bis dieser wieder den Wert vor dem Förderbeginn der Pumpe hat (vergl. Zeitpunkt R in Fig. 2). Gleichzeitig ist in diesem Punkt die Schliessbewegung der Ventilmadel 14 beendet. Die Einspritzdauer erstreckt sich also zwischen den Zeitpunkten L und R und der Speicherdruck liegt im allgemeinen oberhalb des Öffnungsdruckes und des Schliessdruckes der Ventilmadel.

Das Ausführungsbeispiel ist an einer Brennstoffpumpe mit Steuerkanten erläutert worden. Abweichend davon kann auch eine Brennstoffpumpe verwendet werden, bei der der Förderbeginn und das Förderende durch Schliessen eines Saugventils bzw. durch Öffnen eines Ueberströmventils gesteuert werden.

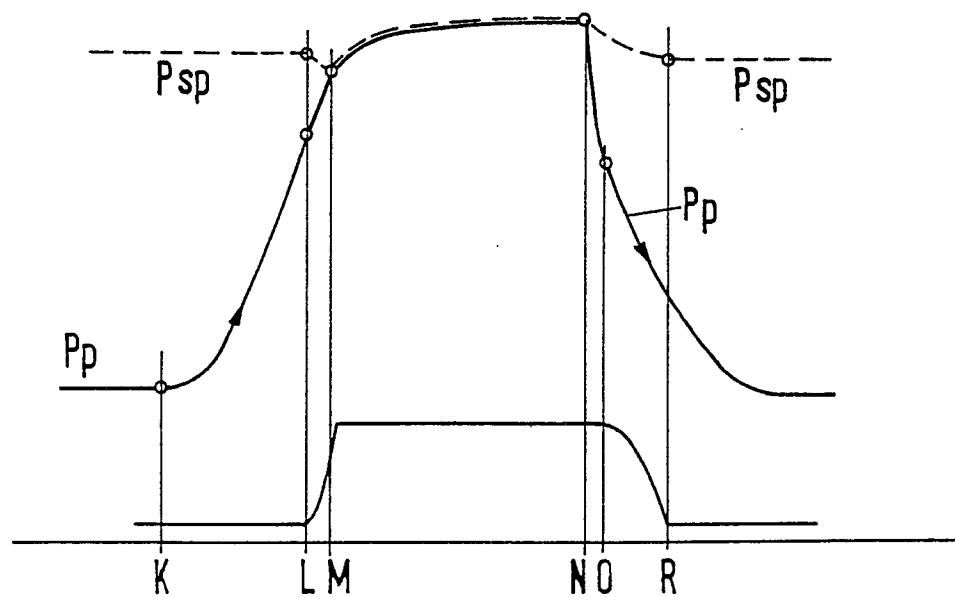
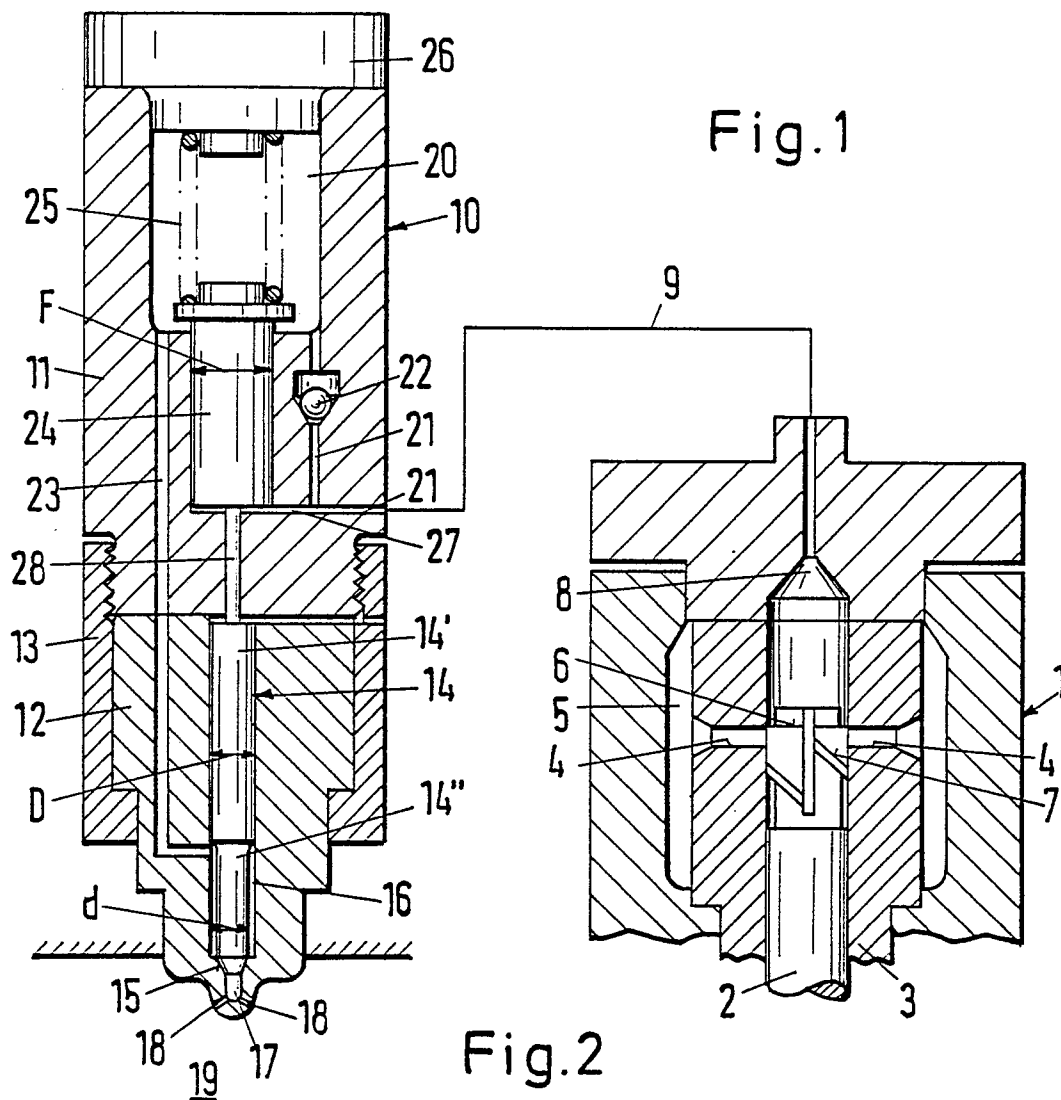
## Ansprüche

1. Einrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, mit einer Brennstoffeinspritzpumpe und einer an deren Druckleitung angeschlossenen Einspritzdüse, die eine mit einer Sitzfläche zusammenwirkende Ventilmadel enthält, die einen der Sitzfläche abgewendeten zylindrischen Führungsabschnitt mit grösserem Querschnitt als der an die Sitzfläche angrenzende zylindrische Abschnitt auf-

weist, der von einem Ringraum umgeben ist, von dem aus Brennstoff taktweise durch Abheben der Ventilmadel von der Sitzfläche zu mindestens einem in den Brennraum mündenden Spritzloch strömt, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein mit Brennstoff gefüllter Speicherraum vorgesehen ist, in den die Druckleitung über ein Rückschlagventil mündet, dass in der Einspritzdüse ein unter dem Druck des Brennstoffs im Speicherraum stehender und sich gegen den Führungsabschnitt der Ventilmadel erstreckender sowie auf diese wirkender Kolben angeordnet ist, dessen Querschnitt grösser ist als der Querschnitt des Führungsabschnitts der Ventilmadel und dessen dem Führungsabschnitt zugewendete Stirnfläche von dem in der Druckleitung vor dem Rückschlagventil herrschenden Brennstoffdruck beaufschlagt ist, und dass ein vom Speicherraum zum Ringraum führender Kanal vorhanden ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Speicherraum eine auf den Kolben wirkende Druckfeder angeordnet ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Speicherraum in der Einspritzdüse an dem dem Führungsabschnitt abgewendeten Ende des Kolbens angeordnet ist.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 81 0031

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	FR-A-2022417 (SULZER FRERES SOCIETE ANONYME) * Seite 2, Zeile 26 - Seite 4, Zeile 32; Figur 1 *	1	F02M47/02
A	DE-A-3048500 (KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO) * Seite 5, Zeile 21 - Seite 9, Zeile 4; Figuren 1, 2 *	1, 2	
A	FR-A-1242368 (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT) * Seite 1, Absatz 8 - Seite 2, Absatz 3; Figur 2 *	1, 2	
A	CH-A-406737 (GRATZMULLER) * Seite 3, Zeile 20 - Seite 4, Zeile 9; Figuren 3, 6 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21 FEBRUAR 1990	Prüfer HAKHVERDI M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	