

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 86117289.8

51 Int. Cl.⁴: **F 02 M 45/06**

22 Anmeldetag: 11.12.86

30 Priorität: 09.01.86 CH 44/86

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.07.87 Patentblatt 87/29

84 Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT NL

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

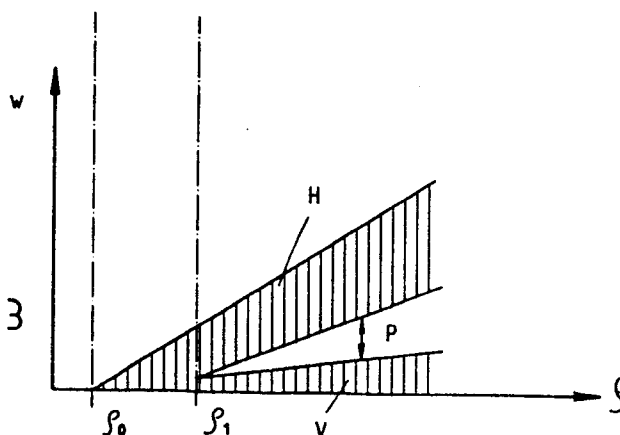
72 Erfinder: **Scherrer, Hans**
im Bändler
CH-8450 Andelfingen(CH)

74 Vertreter: **Dipl.-Ing. H. Marsch Dipl.-Ing. K. Sparing**
Dipl.-Phys.Dr. W.H. Röhl Patentanwälte
Rethelstrasse 123
D-4000 Düsseldorf(DE)

54 **Einspritzsystem für die Brennstoffeinspritzung in einen Zylinder einer Kolbenbrennkraftmaschine.**

57 Das Einspritzsystem für die lastabhängige Einspritzung des Brennstoffes in einen Zylinder eines Dieselmotors in zwei Teileinspritzungen, einer Voreinspritzung (V) und einer Haupteinspritzung (H), ist so ausgelegt, dass bei kleinen Lasten - unter beispielsweise 20 - 50% der Voll-Last - keine Aufteilung der eingespritzten Brennstoffmenge auf die Voreinspritzung (V) und die Haupteinspritzung (H) erfolgt. Damit werden bei den geringen Gesamtbrennstoffmengen, die bei kleinen Lasten benötigt werden, Unregelmässigkeiten in der Brennstoffeinspritzung verhindert.

FIG. 3



P. 6007/Wg/IS

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur/Schweiz

Einspritzsystem für die Brennstoffeinspritzung in
einen Zylinder einer Kolbenbrennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Einspritzsystem für die Brennstoffeinspritzung in einen Zylinder einer Kolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, bei welchem System die Gesamtmenge des pro Takt eingespritzten Brennstoffes lastabhängig gesteuert und
5 auf zwei Teileinspritzungen, eine Vor- und eine Haupteinspritzung, verteilt ist, wobei das System eine Brennstoffpumpe mit einem im Druckraum eines Zylinders bewegten Kolben enthält und der Druckraum für die Brennstoffeinspritzung über gesteuert freigegebene und geschlossene Verbindungen mit einem Saugraum relativ
10 niedrigen Druckes verbunden ist.

Die Erfindung ist sowohl bei Einspritzsystemen anwendbar, bei denen die lastabhängige Steuerung der Brennstoffeinspritzung über schräge Steuerkanten in einem Pumpenkolben
15 erfolgt, als auch bei solchen, bei denen Ventile diese Steuerung übernehmen.

Einspritzsysteme der vorstehend genannten Art sind z.B. bekannt aus GB-PS 571,485, US-PS 3,792,692, US-PS 2,306,364
20 oder EP-PS O 020 249. Diese Aufteilung der lastabhängig pro Takt benötigten Gesamtbrennstoffmenge auf eine Vor-

und eine Haupteinspritzung dient dabei in bekannter Weise dazu - bei gegebenem Verbrennungs- und gegebenem Mittel-
druck der Brennkraftmaschine -, eine optimale Brennstoff-
ausnutzung, d.h. einen optimalen Verbrauch, zu erzielen.

- 5 Obwohl die erwähnten bekannten Konstruktionen teilweise
Variationen in den Zeitintervallen für die Voreinspritzung,
die Pause und/oder die Haupteinspritzung erlauben, besteht
bei diesen Anordnungen keine Möglichkeit, bei kleinen
Lasten die Pause zu "0" schrumpfen zu lassen, d.h. die
10 Trennung in Vor- und Haupteinspritzung aufzuheben. Für
kleine Lasten, d.h. geringe einzuspritzende Gesamtmengen
pro Takt der Maschine, ist eine solche Aufhebung der
Unterscheidung von Vor- und Haupteinspritzung jedoch
wünschenswert, weil eine Aufteilung derart kleiner Ge-
15 samtmengen infolge der Kompressibilität des Brennstoffes
zu Unregelmässigkeiten in der Einspritzung führt, so dass
beispielsweise nicht mehr bei jedem Hub der Brennstoffpumpe
tatsächlich eine Einspritzung erfolgt.

- Aufgabe der Erfindung ist es daher, die bekannten Systeme
20 so zu verbessern, dass eine Aufhebung der Unterteilung
in Vor- und Haupteinspritzung bei kleinen Lasten möglich
wird und dass beim Einsetzen dieser Unterteilung die
Pause zwischen den Teileinspritzungen nicht sprunghaft
auftritt, sondern mit steigenden Lasten stetig verändert
25 wird.

Diese Aufgabe wird mit der Erfindung dadurch gelöst, dass
die Trennung in zwei Teileinspritzungen erst bei einer
bei der Auslegung des Motors festgelegten Mindestlast
erfolgt.

- 30 Bei einer Konstruktion der Brennstoffpumpe ähnlich der-

jenigen nach der erwähnten GB-PS 571,485, bei der für die Steuerung des Endes der Voreinspritzung und des Beginns der Haupteinspritzung im Kolben eine Steuernut mit einer oberen und einer unteren Steuerkante vorgesehen ist, 5 die in Umfangsrichtung schraubenförmig mit voneinander verschiedenen Ganghöhen verlaufen, wobei weiterhin in Hubrichtung des Kolbens vor der Brennstoffeinspeiseverbindung in der Zylinderwand mindestens eine Ueberströmverbindung zu einem Raum niedrigen Druckes besteht, die mit einem 10 permanent zum Druckraum geöffneten, in Längsrichtung des Kolbens verlaufenden Strömungsweg verbindbar ist, ergibt sie eine konstruktiv vorteilhafte Konstruktion für die Lösung der gestellten Aufgabe, wenn der permanent mit dem Druckraum in Verbindung stehende Strömungsweg druck- 15 raumseitig in einem axialen Abstand vor der Ueberströmverbindung endet, und wenn ferner die Höhe zwischen den Steuerkanten in der Steuernut in einem ersten Umfangsbereich des Kolbens kleiner als dieser axiale Abstand ist und sich in Umfangsrichtung zu Werten grösser als 20 dieser Abstand erweitert.

Dabei reicht der Strömungsweg in Längsrichtung des Kolbens vom Druckraum des Zylinders bis in den von den Steuerkanten beeinflussten Bereich des Kolbenhubes; ist nun die Höhe zwischen den beiden Steuerkanten geringer als 25 der Abstand der Kurzschlussverbindung von der Ueberströmöffnung, so wird diese von der unteren Steuerkante verschlossen, ehe die obere Steuerkante den Strömungsweg in Längsrichtung des Kolbens aus dem Druckraum freigibt. Damit wird aber während des Einspritzhubes eine Zwischen- 30 entlastung des Druckraumes verhindert, so dass in diesem Fall die Einspritzung "in einem Zuge" erfolgt. Bei einer

von Motor zu Motor verschieden gewählten Last zwischen 20 und 50 % der Voll-Last übersteigt die Höhe zwischen den Steuerkanten den erwähnten Abstand. Sobald die Höhe grösser ist als der Abstand, tritt dann eine Zwischen-
5 entlastung ein, deren Dauer der Differenz zwischen der Höhe und dem Abstand entspricht. Für die Zeit, die der Kolben bei seinem Hub benötigt, um einen dieser Differenz entsprechenden Weg zurückzulegen, tritt damit eine Pause in dem Einspritzvorgang auf, wodurch dieser in eine Vor-
10 und Haupteinspritzung unterteilt wird. Die Pausendauer ist variabel, sofern die Höhe zwischen den beiden Steuerkanten auch in dem Bereich verändert wird, in dem diese Höhe grösser als der Abstand ist. Ändert sich dabei diese Höhe stetig ohne Sprünge, so ergibt sich bei
15 steigenden Lasten ein

gleitender Uebergang von konventioneller zu "geteilter"
Einspritzung, wobei sich die Höhe zwischen den Steuerkanten
in bekannter Weise (siehe z.B. US-PS 3,792,692) ändern
lässt, um so die "Pausenlänge" mit variabler Last ebenfalls
5 variabel zu gestalten. Weiterhin ist es möglich, die vor-
liegende Erfindung auch bei Einspritzsystemen mit variablem
Einspritzbeginn sogenannten Variable Injection Timing (VIT)-Systemen anzu-
wenden. Bei
/solchen Systemen werden die Steuerkanten dann beispielsweise
an einen lastabhängigen Verlauf des Einspritzbeginnes ange-
10 passt.

Um bei plötzlichen Druckentlastungen Kavitationen zu ver-
hindern und die Stossbelastung auf die Steuerkanten bzw.
die Steuernuten zu verringern, kann in bekannter Weise die
Massnahme getroffen sein, dass die obere Steuerkante in
15 Radialrichtung des Kolbens stufenförmig ausgebildet ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbei-
spiels im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch
eine Schrägkanten-Einspritzpumpe, die ent-
20 sprechend der vorliegenden Erfindung ausgebildet
ist;

Fig. 2 ist eine Abwicklung des halben Umfangs sowohl
der Zylinderwand als auch des Steuerkolbens
der Einspritzpumpe;

25 Fig. 3 ist ein Förderhubdiagramm für die Einspritz-
pumpe nach Fig. 1 in Abhängigkeit von der
Last bzw. dem Verdrehwinkel φ des Steuerkolbens
der Einspritzpumpe;

Fig. 4 gibt in gleicher Darstellung wie Fig. 1 eine
30 mögliche Variante der Pumpe wieder.

- In einem Pumpengehäuse 1, an das ein Brennstoffzuführungssystem über Bohrungen 2 angeschlossen ist, ist ein Pumpenzylinder 3/ In dessen Zylinder- oder Druckraum 4 ist ein Plunger oder Kolben 5 axial beweglich, der den im Druckraum 4 befindlichen Brennstoff unter hohen Druck setzt und in den nicht gezeigten Zylinder der Brennkraftmaschine einspritzt. Die Einspritzung erfolgt durch eine Bohrung 6, die konzentrisch mit dem Druckraum 4 in dem den Zylinder 2 nach oben abschliessenden Deckel 7 vorgesehen ist.
- 10 Im Gehäuse 1 ist ein Ueberström- oder Saugraum 8 relativ niedrigen Druckes vorgesehen, der den Zylinder der Pumpe axial auf der Höhe des Druckraumes 4 und im Hubbereich des Kolbens 5 umgibt. In diesem Saugraum 8 enden einerseits die Bohrungen 2, wodurch der Saugraum an das Brennstoffzuführungssystem angeschlossen ist; andererseits verbinden Brennstoffeinspeiseöffnungen 9 den Saugraum 8 mit dem Druckraum 4. Zusätzlich sind Ueberströmöffnungen 10 vorhanden, die sich in Hubrichtung des Kolbens vor den Einspeiseöffnungen 9 vom Saugraum/durch die Zylinderwand hindurch in den durch die Kolbenbewegung überstrichenen Bereich der Zylinderbohrung erstrecken.
- An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Einspritzpumpe in bekannter Weise zu ihrer senkrechten Achse 11 symmetrisch aufgebaut ist, um einseitige Druckbelastungen, insbesondere auf den Kolben 5, zu vermeiden.
- Der Kolben oder Plunger 5 hat an seinem freien Ende eine erste Steuerkante 12; diese ist am Umfang unterbrochen durch eine Längsnut 13, die vom Druckraum 4 in einen Ringraum 14 des Kolbens 5 führt. Zwischen der Steuerkante 12 und dem Ringraum 14 ist eine schraubenlinienförmige

weitere Steuerkante 15 angeordnet. Die Steuerkanten 12 und 15 bilden zusammen mit den Brennstoffeinspeiseöffnungen 9 eine konventionelle lastabhängige Regelung der Brennstoffeinspritzung in der bekannten Art einer Schrägkanten-Einspritzpumpe. Die Einspritzung beginnt dabei, wenn die Kante 12 die Öffnungen 9 abdeckt und endet wenn die Kante 15 diese Öffnungen 9 wieder freigibt.

Die Längsnut 13 und der Ringraum 14 bilden gleichzeitig einen Teil eines in Längsrichtung des Kolbens verlaufenden Strömungsweges, der permanent mit dem Druckraum 4 in Verbindung steht. Dieser Strömungsweg wird fortgesetzt in einer Umwegleitung 16 im Zylinder 3, die während eines Teils des Kolbenhubes den Strömungsweg kurzschliesst. Erfindungsgemäss hat die Verbindung 16 einen bei der Auslegung des Einspritzsystems festgelegten axialen Abstand a von der Ueberströmöffnung 10.

Vom Kolbenende 12 aus gesehen jenseits des Ringraumes 14 ist im Kolben 5 eine weitere Steuernut 17 vorgesehen, die eine obere Steuerkante 18 und eine untere Steuerkante 19 axial verbindet. Diese beiden Steuerkanten 18 und 19 verlaufen schraubenlinienförmig auf einem Teil des Kolbenumfanges, wobei ihre Ganghöhen unterschiedlich sind, was deutlich in Fig. 2 zu erkennen ist.

Erfindungsgemäss ist die Höhe h_1 bzw. h_2 der Steuernut 17 in einem ersten Umfangsbereich U_1 kleiner als der Abstand a und erweitert sich, wenn man in Umfangsrichtung fortschreitet - was gleichbedeutend ist mit einer Fortbewegung von links nach rechts in Fig. 2 - zu Werten grösser als dieser Abstand a .

Die mehrfach erwähnte Fig. 2 ist eine Abwicklung des halben Umfangs $U/2$ der Zylinderwand des Zylinders 3 und des Kolbens 5.

- Die lastabhängige Aenderung des Einspritzendes - der
- 5 Beginn der Einspritzung erfolgt in dieser Ausführungsform bei ebener horizontaler Steuerkante¹²/immer zum gleichen Zeitpunkt des durch den Weg des Kolbens 5 verkörperten Zeitraumes - geschieht wie bei derartigen Schrägkantenpumpen üblich durch Drehung des Kolbens 5 relativ zu
- 10 den Oeffnungen 9. Mit dieser Drehung wird auch - ebenfalls lastabhängig - bei einer bestimmten Last, die im allgemeinen zwischen 20 und 50 % der Voll-Last liegt, der Uebergang von einer einstufigen Einspritzung zu einer getrennten Vor- V und Haupteinspritzung H vollzogen, sowie die Länge
- 15 der Pause P (Fig. 3) zwischen diesen Teileinspritzungen eingestellt; denn bei einer derartigen Drehung des Kolbens 5 relativ zu den Oeffnungen 16 und 10 gelangen unterschiedliche Höhen h der Steuernut 17 in den Deckungsbereich dieser Oeffnungen.
- 20 In Fig. 2 entspricht dieser Drehung eine Relativverschiebung der Oeffnungen 16 und 10 von links nach rechts, beispielsweise aus der strichpunktiert gezeichneten Position in diejenige, die mit vollen Linien dargestellt ist.

- Bezeichnet man den Winkel, um den der Kolben 5 lastabhängig
- 25 gedreht wird, mit ϑ , so ist in Fig. 3 als Abszisse der Winkel ϑ und als Ordinate der Hubweg w aufgetragen, während dessen der Kolben 5 effektiv Brennstoff fördert. Ausgehend von einer "O-Position" ϑ_0 , die gerade der Stellung entspricht, bei der die Längsnut 13 die Einspeise-
- 30 Öffnung/nicht mehr überdeckt und die Steuerkanten 12 und 15 die Bohrung 9 tangieren, beginnt die Einspritzung.

- Entsprechend dem Verlauf der Kante 15 wird die Einspritzdauer stetig und geradlinig länger bis zu einer Last bzw. einem Winkel φ_1 des Kolbens 5, bei dem die Höhe h_1 der Steuernut 17 gerade dem Abstand a zwischen den
- 5 Oeffnungen 10 und 16 entspricht. Mit Ueberschreiten dieses Grenzwinkels φ_1 beginnt eine Trennung der zuvor einstufigen Einspritzung in eine Voreinspritzung V (Fig. 3) und die Haupteinspritzung H. Bei sich stetig vergrößernder Höhe h der Nut 17 verlängert sich die Pause zwischen
- 10 Vor- V und Haupteinspritzung H mit steigender Last. Die Haupteinspritzung H selbst wird dann durch die Druckentlastung des Druckraumes 4 beendet, wenn die Steuerkante 15 in konventioneller Weise eine Verbindung dieses Druckraumes 4 zu den Einspeiseöffnungen 9 freigibt.
- 15 Selbstverständlich ist es in bekannter Weise möglich, durch andere Formgebungen der Kanten 12, 15, 18 und 19 die "Charakteristik" des Einspritzvorganges zu ändern, um beispielsweise mit der Steuerkante 12 eine lastabhängige Verschiebung des Zündzeitpunktes (VIT-Einspritzung) zu
- 20 erreichen und Voreinspritzung V, Pause P und Haupteinspritzung H daran anzupassen; weiterhin lässt sich z.B. durch eine gleichbleibende Höhe h ab einer bestimmten Last die Pause P konstant halten.
- Die Ausführungsform der Pumpe nach Fig. 4 unterscheidet
- 25 sich von derjenigen nach Fig. 1 nur durch die Details, dass zum einen die Kurzschlussverbindung 16, die in Fig. 1 beispielsweise durch zwei zueinander parallele und eine dazu senkrechte, teilweise wieder verschlossene Bohrungen durch den Zylinder 3 verwirklicht wird, durch eine
- 30 - beispielsweise mittels Elektro-Erosion fabrizierte - Längsnut 26 ersetzt ist. Weiterhin ist an der oberen Steuerkante 18 der Steuernut 17 eine Stufe 20 vorgesehen,

die bei Druckentlastungen an dieser Kante die Stossbelastung dämpfen und die Kavitationsgefahr vermindern soll.

Patentansprüche

1. Einspritzsystem für die Brennstoffeinspritzung in einen Zylinder einer Kolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, bei welchem System die Gesamtmenge des pro Takt eingespritzten Brennstoffes lastabhängig
5 gesteuert und auf zwei Teileinspritzungen, eine Vor- und eine Haupteinspritzung, verteilt ist, wobei das System eine Brennstoffpumpe mit einem im Druckraum eines Zylinders bewegten Kolben enthält und der Druckraum für die Brennstoffeinspeisung über gesteuert freigegebene und geschlossene Verbindungen mit einem Saugraum relativ
10 niedrigen Druckes verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennung in zwei Teileinspritzungen erst bei einer bei der Auslegung des Motors festgelegten Mindestlast erfolgt.
- 15 2. Einspritzsystem nach Anspruch 1, bei welchem System für die Steuerung des Endes der Voreinspritzung und des Beginns der Haupteinspritzung im Kolben der Brennstoffpumpe eine Steuernut mit einer oberen und einer unteren Steuerkante vorgesehen ist, die in Umfangsrichtung
20 schraubenförmig mit voneinander verschiedenen Ganghöhen verlaufen, wobei weiterhin in Hubrichtung des Kolbens vor der Brennstoffeinspeiseverbindung in der Zylinderwand mindestens eine Ueberströmverbindung zu einem Raum niedrigen Druckes besteht, die mit einem permanent zum
25 Druckraum geöffneten, in Längsrichtung des Kolbens verlaufenden Strömungsweg verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der permanent mit dem Druckraum (4) in Verbindung stehende Strömungsweg (13, 14, 16) druckraumseitig in einem axialen Abstand (a) vor der Ueberströmverbindung (10) endet, und dass ferner die Höhe (h_1 bzw. h_2)
30

zwischen den Steuerkanten (18, 19) in der Steuernut (17)
in einem ersten Umfangsbereich (U_1) des Kolbens (5)
kleiner als dieser axiale Abstand (a) ist und sich in
Umfangsrichtung zu Werten grösser als dieser Abstand (a)

5 erweitert.

3. Einspritzsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die obere Steuerkante (18) in Radialrichtung des
Kolbens (5) stufenförmig ausgebildet ist.



