



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 598 547 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.11.2005 Patentblatt 2005/47**

(51) Int Cl.7: **F02M 57/02, F02M 59/36,  
F02M 59/46**

(21) Anmeldenummer: **05010741.6**

(22) Anmeldetag: **18.05.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR LV MK YU**

(72) Erfinder:  
• **Marohn, Ralf**  
**38108 Braunschweig (DE)**  
• **Voigt, Peter, Dr.**  
**83047 Regensburg (DE)**

(30) Priorität: **19.05.2004 DE 102004024926**

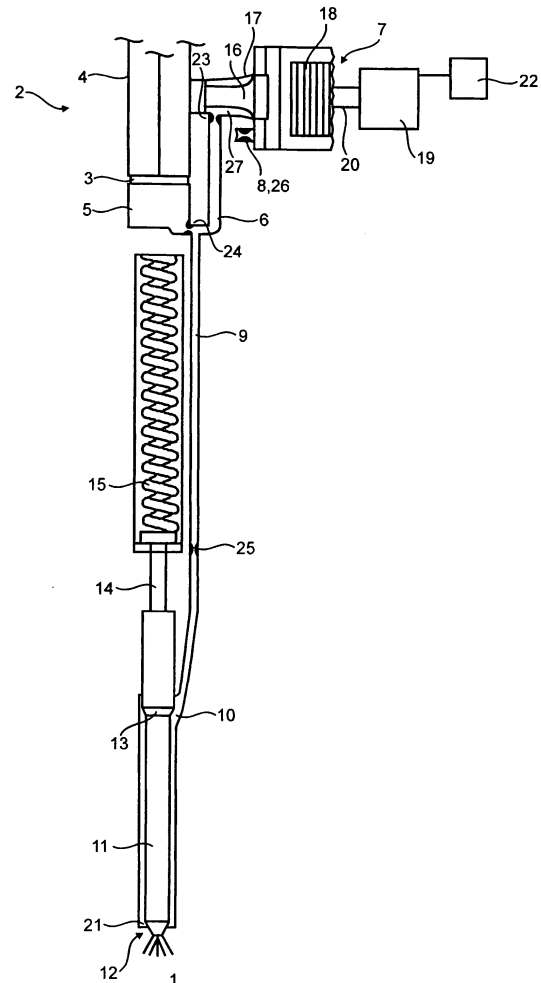
(74) Vertreter: **Beck, Josef**  
**c/o Patentanwaltskanzlei Wilhelm & Beck**  
**Nymphenburger Strasse 139**  
**80636 München (DE)**

(71) Anmelder: **Volkswagen Mechatronik GmbH & Co.  
KG**  
**09366 Stollberg (DE)**

(54) **Pumpe-Düse-Einheit**

(57) Es wird eine Pumpe-Düse-Einheit mit einem Vorabsteuervolumen beschrieben, dass nahe dem Ventilsitz des Steuerventils (7) angeordnet ist. Zur Ausbildung des Vorabsteuervolumens ist eine Drossel (23) vorgesehen, die das Vorabsteuervolumen mit den Kraftstoffleitungen, dem Druckraum (5) der Pumpe (2) und dem Düsenraum (10) der Düsennadel (11) verbindet. Durch das Vorabsteuervolumen werden geringere Druckschwankungen in der Kraftstoffleitung und im Düsenraum erzeugt. Dadurch wird die Geräuschemission der Pumpe-Düse-Einheit reduziert.

Fig. 1



EP 1 598 547 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Pumpe-Düse-Einheit zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Pumpe-Düse-Einheiten werden in verschiedensten Ausführungsformen verwendet, um Kraftstoff präzise direkt in eine Brennkraftmaschine einzuspritzen. Eine entsprechende Pumpe-Düse-Einheit ist beispielsweise aus WO 03/067074 bekannt, bei der eine Pumpe über einen Druckkanal mit einem Düsenraum, einer Einspritzdüse verbunden ist. Zudem ist ein Steuererraum eines Steuerventils hydraulisch an den Druckkanal angeschlossen. Die Pumpe wird von einer Nockenwelle angetrieben und verdichtet den Kraftstoff im Pumpenraum, so dass auch der Druck im Düsenraum steigt. Im Düsenraum ist eine Düsennadel angeordnet, die Druckflächen in der Art und Weise aufweist, dass die Düsennadel von einem zugeordneten Dichtsitz abgehoben wird. Die Düsennadel ist über eine Vorspannfeder auf den Dichtsitz vorgespannt. In Abhängigkeit von der Stellung des Steuerventils wird der Druck im Düsenraum durch die Pumpe in vorgegebenen Zeitbereichen erhöht, so dass eine Einspritzung erfolgt.

**[0003]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine verbesserte Pumpe-Düse-Einheit bereitzustellen. Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Pumpe-Düse-Einheit gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Pumpe-Düses-Einheit besteht darin, dass weniger Druckschwankungen im Düsenraum erzeugt werden und eine präzise Einspritzung möglich ist. Dieser Vorteil wird dadurch erreicht, dass zwischen dem Steuerventil und dem Druckkanal ein Vorabsteuervolumen ausgebildet ist, das über eine Drossel mit dem Druckkanal hydraulisch verbunden ist.

**[0004]** In dem Vorabsteuervolumen kann schnell und gezielt eine Druckänderung mit dem Steuerventil durchgeführt werden kann. Durch die Anordnung der Drossel werden Druckschwankungen zwischen den Vorabsteuervolumen und dem Druckkanal zeitlich verzögert ausgeglichen. Auf diese Weise ist eine Dämpfung der durch das Steuerventil erzeugten Druckschwankungen gegeben. Somit werden stabilere Druckzustände im Hochdruckbereich der Pumpe-Düse-Einheit erreicht.

**[0005]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Vorzugsweise ist die Absteuerdrossel zwischen dem Druckkanal und dem Steuerventil angeordnet. In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist die Absteuerdrossel im Druckkanal zwischen dem Düsenraum und dem Steuerventil angeordnet.

**[0006]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist zwischen dem Pumpenraum und dem Düsenraum eine Pumpendrossel angeordnet. Auf diese Weise werden Druckschwankungen zwischen dem Pumpenraum und dem Druckkanal gedämpft. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist im Druckkanal eine weitere Drossel ausgebildet, die zwischen dem Düsen-

raum und dem Pumpenraum und dem Zulauf des Steuerventils angeordnet ist. Die weitere Drossel führt zu einer zusätzlichen Dämpfung der im Druckkanal herrschenden hydraulischen Schwingungen.

**[0007]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Steuerventil mit einem Ablaufkanal hydraulisch verbunden, wobei in dem Ablaufkanal eine Ablaufdrossel angeordnet ist.

**[0008]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Absteuerdrossel einen Durchmesser zwischen 0,8 bis 2 mm auf.

**[0009]** Vorzugsweise weist der Vorabsteuerraum ein Volumen von 10-150 mm<sup>3</sup> auf.

**[0010]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figur näher erläutert.

**[0011]** Die Figur zeigt eine schematische Darstellung eines Einspritzventils, das nach dem Pumpe-Düse-Prinzip ausgebildet ist.

**[0012]** Die Figur zeigt schematisch den Aufbau einer Pumpe-Düse-Einheit. Die Pumpe-Düse-Einheit dient zum Zuführen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum 1 einer Brennkraftmaschine. Die Pumpe-Düse-Einheit weist eine Pumpe 2 auf, die über einen Kolben 3, der in einem Zylinder 4 geführt ist, Kraftstoff verdichtet. Der Kolben 3 wird direkt oder indirekt über eine nicht dargestellte Nockenwelle der Brennkraftmaschine angetrieben. Im Zylinder 4 ist angrenzend an den Kolben 3 ein erster Druckraum 5 ausgebildet. Der erste Druckraum 5 ist über eine Kraftstoffleitung 6 mit einem Steuerventil 7 verbunden. Das Steuerventil 7 dient dazu, die Kraftstoffleitung 6 entweder zu verschließen oder mit einem Niederdruckbereich 8 zu verbinden. Der Druckraum 5 steht zudem über eine zweite Kraftstoffleitung 9 mit einem Düsenraum 10 in Verbindung. Die Kraftstoffleitung 6 und die zweite Kraftstoffleitung 9 stellen einen Druckkanal dar.

**[0013]** Im Düsenraum 10 ist eine Düsennadel 11 angeordnet, deren Schließflächen einem Dichtsitz 21 zugeordnet sind. Der Dichtsitz 21 ist zwischen Einspritzlöchern 12 und dem Düsenraum 10 angeordnet. Im oberen Bereich des Düsenraums 10 weist die Düsennadel 11 Druckflächen 13 auf. Über die Druckfläche 13 wird die Düsennadel 11 von dem Kraftstoffdruck im Düsenraum 10 entgegen einer Schließrichtung vom Dichtsitz 21 weg vorgespannt. Die Düsennadel 11 ist über einen Druckstift 14 von einem Federelement 15 auf den Dichtsitz 21 vorgespannt.

**[0014]** Das Steuerventil 7 weist ein Schließglied 16 auf, das einem Ventildichtsitz 17 zugeordnet ist. Das Schließglied 16 steht in Wirkverbindung mit einem piezoelektrischen Aktor 18, der von einem Steuergerät 19 angesteuert wird.

**[0015]** Ist das Steuerventil 7 geöffnet, so saugt der Kolben 3 bei einer Ansaugbewegung nach oben Kraftstoff über den Niederdruckbereich 8, das Steuerventil 7 und die Kraftstoffleitung 6 in den Druckraum 5. Der Niederdruckbereich 8 ist dazu mit einem Kraftstofftank verbunden. Bei einer Verdichtungsbewegung des Kolbens

3 nach unten wird der Kraftstoff bei geöffnetem Steuer-  
ventil 7 wieder zurück in den Niederdruckbereich 8 ge-  
drückt. Die Kraftstoffleitungen, der Düsenraum 10 und  
die zweite Kraftstoffleitung 9 sind vollständig mit Kraft-  
stoff gefüllt.

[0016] Zum Starten einer Einspritzung wird bei einem  
Verdichtungstakt, bei dem der Kolben 3 sich nach unten  
bewegt, über das Steuergerät 19 und den piezoelektri-  
schen Aktor 18 das Steuerventil 7 verschlossen. Somit  
kann der vom Kolben 3 verdichtete Kraftstoff nicht über  
den Niederdruckbereich 8 entweichen, sondern es wird  
im Düsenraum 10 ein hoher Druck erzeugt. Der hohe  
Druck hebt die Düsennadel 11 vom zugeordneten Dicht-  
sitz 21 ab. Folglich wird Kraftstoff aus dem Düsenraum  
10 über die Einspritzlöcher 12 in den Verbrennungs-  
raum 1 der Brennkraftmaschine abgegeben. Wird das  
Steuerventil 7 geöffnet, d. h. das Schließglied 16 vom  
zugeordneten Dichtsitz 17 durch den piezoelektrischen  
Aktor 18 abgehoben, so sinkt der Kraftstoffdruck in der  
Kraftstoffleitung 6 und damit auch im Düsenraum 10.  
Folglich wird die Düsennadel 11 wieder auf den Dichtsitz  
21 gedrückt und die Verbindung zwischen dem Düsen-  
raum 10 und den Einspritzlöchern 12 verschlossen. Da-  
mit endet die Einspritzung.

[0017] Für eine präzise Feststellung des Zeitpunktes,  
zu dem das Steuerventil 7 mit dem Schließglied 16 wie-  
der auf den Ventildichtsitz 17 gedrückt wird, wird die am  
piezoelektrischen Aktor 18 anliegende Spannung aus-  
gewertet. Der piezoelektrische Aktor 18 wird über Span-  
nungsleitungen 20 vom Steuergerät 19 mit Spannung  
versorgt. Zudem erfasst das Steuergerät 19 über die  
Spannungsleitungen 20, die am piezoelektrischen Aktor  
18 anliegende Spannung. Das Steuergerät 19 verfügt  
somit sowohl über eine Spannungsquelle als auch über  
einen Spannungsmesser. Zudem ist das Steuergerät 19  
mit einem Datenspeicher 22 verbunden.

[0018] Das Steuerventil 7 ist in der Weise ausgebil-  
det, dass im unbestromten Zustand des piezoelektri-  
schen Aktors 18 das Schließglied 16 vom Ventildichtsitz  
17 abgehoben ist und somit das Steuerventil 7 geöffnet  
ist.

[0019] In der erfindungsgemäßen Ausführungsform  
ist eine erste Drossel 23 nahe dem Ventildichtsitz 17  
vorgesehen, so dass zwischen der ersten Drossel 23  
und dem Ventildichtsitz 17 ein Vorabsteuervolumen 27  
ausgebildet ist. In einer weiteren bevorzugten Ausführ-  
ungsform ist zudem zwischen dem ersten Druckraum  
5 und der ersten und der zweiten Kraftstoffleitung 6, 9  
eine zweite Drossel 24 ausgebildet. Weiterhin ist vor-  
zugsweise in der zweiten Kraftstoffleitung 9 nahe dem  
Düsenraum 10 eine dritte Drossel 25 vorgesehen. Zu-  
dem ist in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform  
nach dem Ventildichtsitz 17 im Niederdruckbereich 8 ei-  
ne vierte Drossel 26 angeordnet.

[0020] Die Funktion des Vorabsteuervolumens 27 be-  
steht darin, Druckschwankungen, die durch das Öffnen  
und Schließen des Ventils 7 erzeugt werden, durch die  
erste Drossel 23 nur gedämpft auf die erste und die

zweite Kraftstoffleitung 6, 9 zu übertragen. Auf diese  
Weise werden geringere Druckschwankungen in den  
Kraftstoffleitungen 6, 9 und damit auch im Düsenraum  
10 erzeugt. Somit wird insgesamt eine stabilere Druck-  
situation erreicht und Druckschwankungen werden re-  
duziert. Dies führt insgesamt zu einer geringeren Ge-  
räuschanregung beim Einspritzen von Kraftstoff. Bevor-  
zugte Werte für den Durchmesser einer kreisrunden er-  
sten Drossel 23 liegen im Bereich von 0,8 bis 1,5 mm.  
Vorzugsweise werden Durchmesser für die erste Dros-  
sel 23 im Bereich zwischen 1,1 und 1,3 mm verwendet.  
Das Vorabsteuervolumen 27 liegt vorzugsweise im Be-  
reich von 10-150 mm<sup>3</sup>.

[0021] Die zweite Drossel 24 hat die Funktion, Druck-  
schwankungen, die im Druckraum 5 entstehen, zu  
dämpfen, so dass im Düsenraum 10 geringere Druck-  
schwankungen als im Druckraum 5 herrschen.

[0022] Die dritte Drossel 25 hat die Aufgabe, Druck-  
schwankungen, die sich in der relativ langen zweiten  
Kraftstoffleitung 9 ausbilden, zu dämpfen.

[0023] Die vierte Drossel 26 hat die Funktion, Kavita-  
tionseffekte in der Leitung des Niederdruckbereichs 8  
zu vermeiden.

## Patentansprüche

1. Pumpe-Düse Einheit zum Einspritzen eines Medi-  
ums, insbesondere Kraftstoff, mit einer Pumpe (2)  
mit einem Kolben (3), der an einen Druckraum (5)  
angrenzt, wobei der Druckraum (5) über einen  
Druckkanal (6, 9) mit einem Düsenraum (10) einer  
Einspritzdüse hydraulisch verbunden ist, wobei ein  
Steuerventil (7) mit einem Schließglied (16) vorge-  
sehen ist, wobei das Schließglied (16) in der ge-  
schlossenen Position des Steuerventils den Druck-  
kanal (6, 9) gegenüber einem Niederdruckbereich  
abdichtet, wobei die Pumpe im Zusammenspiel mit  
dem Steuerventil (7) den Druck im Düsenraum (10)  
erhöht, um eine Einspritzung zu starten,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem  
Druckkanal (6, 9) und dem Steuerventil (7) ein Vor-  
absteuervolumen ausgebildet ist, dass das Vorab-  
steuervolumen über eine Drossel (23) mit dem  
Druckkanal (6, 9) hydraulisch verbunden ist, so  
dass eine Änderung der Schließposition des Steu-  
erventils (7) gedämpft auf den Druckkanal (6, 9)  
übertragen wird.
2. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 1, **dadurch  
gekennzeichnet, dass** die Drossel (23) einen  
Durchmesser von 0,8 bis 2 mm aufweist.
3. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der Ansprüche 1  
oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorabsteuer-  
volumen zwischen 10-150 mm<sup>3</sup> aufweist.

4. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Druckraum (5) und dem Druckkanal (6, 9) eine zweite Drossel (24) angeordnet ist. 5
5. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** im Druckkanal (9) vor dem Düsenraum (10) eine dritte Drossel (25) angeordnet ist. 10
6. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem Ventildichtsitz (17) des Schließgliedes (16) und einem Niederdruckbereich (8), über den das Medium von der Pumpe in einem Ansaugtakt angesaugt wird, eine vierte Drossel (26) angeordnet ist. 15  
20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

